

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
19. Januar 2017 (19.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/009406 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06F 3/01 (2006.01) A63H 30/04 (2006.01)
G05D 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/066722

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juli 2016 (14.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 213 200.5 14. Juli 2015 (14.07.2015) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : MÜLLER, Thomas [DE/DE];
Meyerheimstraße 3, 10439 Berlin (DE). SATTELBERG,
Mirko [DE/DE]; Werner-Kube-Straße 8, 10407 Berlin
(DE). FRANK, André [DE/DE]; Hohe Allee 73, 15366
Neuenhagen (DE).

(74) Anwalt: MAIKOWSKI & NINNEMANN
Patentanwälte Partnerschaft mbB; Postfach 15 09 20,
10671 Berlin (DE).

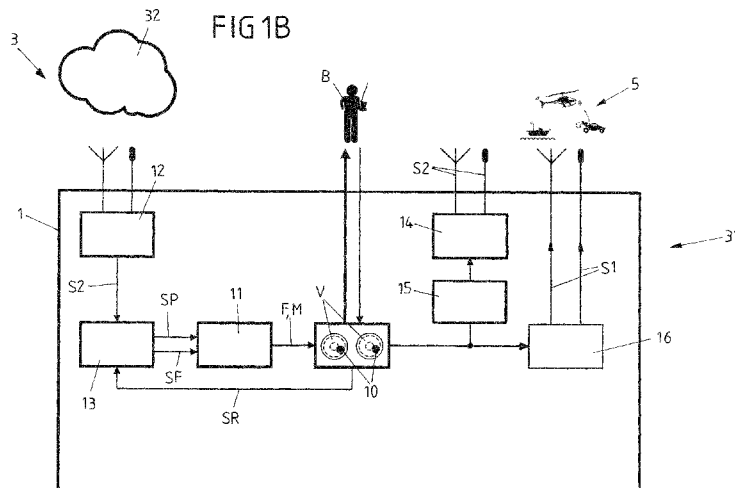
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HAPTIC REMOTE CONTROLLER

(54) Bezeichnung : HAPTISCHE FERNSTEUERUNG



(57) Abstract: The invention relates to a remote controller (1) for a real or virtual moving object (5), comprising: at least one operating element (10) which is for generating first control signals (S1) relating to a movement of the object (5), and which can be manually adjusted between multiple adjustment positions, wherein an adjustment region (V) defines limits of the the manual adjustability of the at least one operating element (10); at least one actuator (11) designed and configured to adjust the at least one operating element (10) between the adjustment positions; and at least one control unit (13) designed and configured for the open-loop control of the at least one actuator (11), and, by means of the at least one actuator, for the closed-loop control of the adjustment position of the at least one operating element (10) in relation to a desired adjustment position. In this way, the adjustment region (V) defines limits of the possible desired adjustment positions.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Eine Fernsteuerung (1) für ein reales oder virtuelles bewegliches Objekt (5) umfasst mindestens ein Bedienelement (10), welches zum Erzeugen erster Steuersignale (S1), die sich auf eine Bewegung des Objekts (5) beziehen, manuell zwischen mehreren Verstellpositionen verstellbar ist, wobei ein Verstellbereich (V) Grenzen der manuellen Verstellbarkeit des mindestens einen Bedienelements (10) definiert; mindestens einen Stellantrieb (11), der ausgebildet und eingerichtet ist, das mindestens eine Bedienelement (10) zwischen den Verstellpositionen zu verstellen; und mindestens eine Regelungseinheit (13), die ausgebildet und eingerichtet ist, den mindestens einen Stellantrieb (11) zu steuern und mittels des mindestens einen Stellantriebs die Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) bezüglich eine Soll-Verstellposition zu regeln. Dabei definiert der Verstellbereich (V) Grenzen der möglichen Soll-Verstellpositionen.

5

10

Haptische Fernsteuerung

15 Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Fernsteuerung für ein reales oder virtuelles bewegliches Objekt.

20 Eine derartige Fernsteuerung für ein reales oder virtuelles bewegliches Objekt umfasst mindestens ein Bedienelement, welches zum Erzeugen erster Steuersignale, die sich auf eine Bewegung des Objekts beziehen, manuell zwischen mehreren Verstellpositionen verstellbar ist. Dabei definiert ein Verstellbereich Grenzen der manuellen Verstellbarkeit des mindestens einen Bedienelements. Eine solche Fernsteuerung umfasst ferner mindestens einen Stellantrieb, der ausgebildet und eingerichtet ist, das mindestens eine
25 Bedienelement zwischen den Verstellpositionen des Verstellbereichs zu verstellen.

Bei einer derartigen Fernsteuerung kann es sich beispielsweise um eine Modellflugfernsteuerung handeln. Es kann sich dabei aber auch zum Beispiel um eine Fernsteuerung für ein Modellauto oder ein Modellboot handeln. Dabei können die
30 beispielhaft genannten beweglichen Objekte – z. B. Modellflugzeug, Modellauto oder Modellboot – reale oder virtuelle Objekte sein.

Virtuelle bewegliche Objekte spielen zum Beispiel im Rahmen von computerimplementierten Modellsimulationen für Spiel- oder Trainingszwecke eine Rolle.
35 Dabei lässt sich die Bewegung des virtuellen Objektes auf einem Bildschirm verfolgen und mittels einer an den Computer angeschlossenen Fernsteuerung steuern. Die Fernsteuerung kann mit einer Force Feedback-Funktion versehen sein, wie sie aus der mantragenden Luftfahrt im Zusammenhang mit Fly-by-wire-Steuerungen bekannt ist. Hierbei wird ein Bedienelement der Fernsteuerung durch einen Stellantrieb mit Kräften
40 und/oder Drehmomenten beaufschlagt, um einem Bediener den Eindruck von

physikalischen Gegenkräften, welche bei bestimmten Steuerbewegungen oder Flugbedingungen wirksam werden, zu vermitteln. Auf diese Weise kann beispielsweise eine Flugsimulation oder ein Autorennspiel als realistischer erfahren werden.

- 5 Ein Joystick mit der beschriebenen Force Feedback-Funktion ist beispielsweise aus der US 6,429,849 B1 bekannt. Demnach ist an einem Steuerknüppel ein Motor vorgesehen, welcher von einem Controller angesteuert wird, den Steuerknüppel entlang zweier Drehachsen mit entsprechenden Drehmomenten zu beaufschlagen.
- 10 Mit bekannten Fernsteuerungen der beschriebenen Art kann einem Bediener zwar der Eindruck von Gegenkräften und Gegendrehmomenten vermittelt werden, sie erlauben jedoch nicht, ein Bedienelement in der Weise automatisch zu verstellen, dass das bewegliche Objekt mit diesen Bewegungen tatsächlich steuerbar wäre. Dies kann aber beispielsweise bei der Ausbildung von Modellflugschülern zur Vermittlung von
- 15 korrigierenden Fernsteuerbewegungen eines Modellfluglehrers oder bei einer Flugshow zum Mitfühlen der Fernsteuerbewegungen eines Modellflugkünstlers durch die Zuschauer wünschenswert sein.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Fernsteuerung für ein reales oder virtuelles
- 20 bewegliches Objekt bereitzustellen, welche eine haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen einer Instanz, beispielsweise von einer Fernsteuerung eines Modellfluglehrers, an einen Bediener der Fernsteuerung erlaubt.

- Diese Aufgabe wird durch eine Fernsteuerung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.
- 25

- Demnach ist an einer gattungsgemäßen Fernsteuerung ferner mindestens eine Regelungseinheit vorgesehen, die ausgebildet und eingerichtet ist, den mindestens einen Stellantrieb zu steuern und mittels des mindestens einen Stellantriebs die Verstellposition des mindestens einen Bedienelements bezüglich einer Soll-Verstellposition zu regeln.
- 30 Dabei definiert der Verstellbereich Grenzen der möglichen Soll-Verstellpositionen.

- Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, dass sich Fernsteuerbewegungen haptisch vermitteln lassen, wenn alle Verstellpositionen, in welche ein Bedienelement manuell verstellbar ist, auch automatisch, d.h. durch den Stellantrieb, gezielt anfahrbar sind. Mittels
- 35 der Regelungseinheit kann dabei beispielsweise eine Soll-Verstellposition des

Bedienelements angefahren werden, welche einer momentanen Verstellposition eines Bedienelements einer Modellfluglehrer-Fernsteuerung entspricht. Für den Bediener, beispielsweise einen Modellflugschüler, besteht somit die Möglichkeit, die Fernsteuerbewegungen des Fluglehrers zeitgleich mit dem Beobachten des realen
5 Modellflugzeugs mitzufühlen, um sich die erforderlichen Steuerknüppel-Bewegungsabläufe einprägen zu können.

Es ist auch denkbar, bei einem Flugsimulator von einem simulierten Modellflugzeug Steuersignale zurück an die Fernsteuerung zu senden und dort in Bewegungen der
10 Steuerknüppel umzusetzen. So können beispielsweise zuvor aufgezeichnete Flugsequenzen abgespielt und einem trainierenden Bediener die dazu passenden Steuerknüppelbewegungen fühlbar vermittelt werden.

Beispielsweise kann das bewegliche Objekt ein unbemanntes Landfahrzeug,
15 Wasserfahrzeug und/oder Luftfahrzeug sein. So kann das Objekt zum Beispiel ein fernsteuerbares Modellfahrzeug für den Betrieb zu Land, zu Wasser und/oder in der Luft, insbesondere ein fernsteuerbares Modellflugzeug oder ein fernsteuerbarer Modellhubschrauber, sein. Das Fernsteuern solcher Modelle setzt im Allgemeinen ein vergleichsweise aufwändiges Training voraus, bei welchem die erfindungsgemäße
20 haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen eines Modellfluglehrers an einen Modellflugschüler besonders vorteilhaft zum Einsatz kommen kann.

Gemäß einem weiteren Erfindungsaspekt wird eine Fernsteuerungsattrappe nach Art einer Modellfernsteuerung bereitgestellt. Die Fernsteuerungsattrappe weist mindestens
25 zwei Bedienelemente auf, welche als Steuerknüppel ausgebildet sind und entsprechend den Verstellpositionen der Steuerknüppel einer Modellfernsteuerung zwischen mehreren Verstellpositionen innerhalb eines Verstellbereichs verstellbar sind. Beispielsweise können die Steuerknüppel um jeweils mindestens zwei Achsen schwenkbar sein. Die Fernsteuerungsattrappe umfasst ferner mindestens einen Stellantrieb je Bedienelement,
30 wobei der mindestens eine Stellantrieb ausgebildet und eingerichtet ist, das jeweilige Bedienelement zwischen den Verstellpositionen des Verstellbereichs zu verstellen, und mindestens eine Regelungseinheit, die ausgebildet und eingerichtet ist, den mindestens einen Stellantrieb je Bedienelement zu steuern und mittels des mindestens einen Stellantriebs die Verstellposition des jeweiligen Bedienelements bezüglich einer Soll-
35 Verstellposition zu regeln. Dabei definiert der Verstellbereich Grenzen der möglichen Soll-

Verstellpositionen. Mit einer derartigen Fernsteuerungsattrappe kann z.B. ein Modellflugschüler oder ein Zuschauer einer Modellflugshow Steuerknüppelbewegungen eines Fluglehrers bzw. Modellflugkünstlers haptisch mitfühlen.

5

Die möglichen Verstellpositionen eines Bedienelements der Fernsteuerung oder der Fernsteuerungsattrappe können in dem Verstellbereich kontinuierlich verteilt sein. Beispielsweise kann das Bedienelement ein um mehrere Achsen kontinuierlich schwenkbarer Steuerknüppel oder ein kontinuierlich verstellbarer Schieberegler sein. Gerade bei solchen kontinuierlich verstellbaren Bedienelementen können komplexe Steuerbewegungen mittels einer erfindungsgemäßen Fernsteuerung besonders eingängig durch haptisches Nachfühlen vermittelbar sein.

10

Es kann ferner vorgesehen sein, dass ein Bedienelement einer Fernsteuerung oder einer Fernsteuerungsattrappe ausgebildet ist, unter überlagerten Wirkungen des Stellantriebs einerseits und einer manuellen Betätigung durch den Bediener andererseits zwischen den Verstellpositionen verstellt zu werden. Damit ist gemeint, dass eine solche überlagerte Betätigung des Bedienelements entsprechend der Konstruktion des Bedienelements und des Stellantriebs auch vorgesehen ist und nicht etwa nur durch „rohe Gewalt“ bei der manuellen Betätigung bewirkt werden kann. Beispielsweise kann ein Steuerknüppel als Bedienelement an einer Welle eines Elektromotors, welcher einen Stellantrieb bildet, befestigt sein, wobei die Welle des Elektromotors leichtgängig und von außen drehbar ausgebildet ist. In diesem Fall stellt der Stellantrieb keine konstruktionsbedingte mechanische Hemmung für ein manuelles verstellen des Bedienelements dar.

20

25

In einer Weiterbildung ist die Regelungseinheit der Fernsteuerung oder der Fernsteuerungsattrappe ausgebildet, die Kraft und/oder das Drehmoment, mit welcher bzw. welchem der Stellantrieb das Bedienelement beaufschlagt, zu begrenzen. Insbesondere können dabei Grenzen der Kraft und/oder des Drehmoments variabel einstellbar sein. Auf diese Weise kann die Wirkung des Stellantriebes eine manuelle Betätigung des Bedienelements mehr oder weniger stark überlagern. Beispielsweise kann an der Fernsteuerung eine Einstellvorrichtung für obere Grenzen der Kraft und/oder des Drehmoments des Stellantriebs vorgesehen sein. Ein Bediener hat dann z. B. die Möglichkeit, die Grenzen der Kraft und/oder des Drehmoments des Stellantriebs innerhalb eines Intervalls von Null bis zu einer jeweiligen maximalen Obergrenze für die Kraft

30

35

und/oder das Drehmoment zu wählen. Wird durch den Bediener eine niedrige Obergrenze eingestellt, so betätigt er das Bedienelement im Wesentlichen selbst manuell, wobei durch die relativ niedrigen Kräfte und/oder Drehmomente des Stellantriebes lediglich leichte haptische Korrekturen bereitgestellt werden. Wird demgegenüber eine relativ hohe
5 Obergrenze eingestellt, so kann der Bediener die Steuerung im Wesentlichen dem Stellantrieb überlassen und dessen Steuerbewegungen des Bedienelementes lediglich weitgehend passiv nachfühlen.

In einer Variante umfasst die Fernsteuerung oder die Fernsteuerungsattrappe zusätzlich
10 eine Sensoreinheit zum Erfassen der Verstellposition, in welcher sich ein Bedienelement befindet, sowie zum Übersetzen der erfassten Verstellposition in zweite Steuersignale, und einen Signalausgang zur Ausgabe der zweiten Steuersignale. Beispielsweise kann eine aktuelle Verstellposition des Bedienelements mittels an dem Bedienelement angeordneter Potenziometer oder optischer und/oder magnetischer Sensoren erfasst werden. Im
15 Rahmen der Sensoreinheit können Messsignale, beispielsweise der Potenziometer, in den zweiten Steuersignalen kodiert werden. Über den Signalausgang der Fernsteuerung können die zweiten Steuersignale nach extern ausgegeben werden. Der Signalausgang kann z. B. eine Funk-Sendeeinheit für die zweiten Steuersignale umfassen. Es ist aber auch denkbar, dass der Signalausgang eine Buchse für eine drahtgebundene Ausgabe der
20 Steuersignale aufweist.

Beispielsweise kann der Bediener ein Modellfluglehrer sein, und die mittels der Sensoreinheit erfassten Verstellpositionen eines oder mehrerer Bedienelemente an seiner Fernsteuerung können als zweite Steuersignale an eine weitere erfindungsgemäße
25 Fernsteuerung eines Modellflugschülers übermittelt werden. Die Regelungseinheit der Fernsteuerung des Modellflugschülers kann dabei ein entsprechendes Bedienelement bezüglich einer Soll-Verstellposition regeln, wobei die Soll-Verstellposition z. B. einer mittels der zweiten Steuersignale übermittelten aktuellen Verstellposition eines Bedienelements der Fernsteuerung des Modellfluglehrers entsprechen kann.

30

Gemäß einem weiteren Erfindungsaspekt wird ein System für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen bereitgestellt. Das System weist mindestens ein haptisches Bediengerät auf, welches eine erfindungsgemäße Fernsteuerung und/oder eine erfindungsgemäße Fernsteuerungsattrappe umfasst. Dabei umfasst die
35 Fernsteuerungsattrappe mindestens einen Stellantrieb und eine Regelungseinheit, wie sie

obenstehend mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Fernsteuerung beschrieben worden ist, ist jedoch nicht zum Erzeugen der ersten Steuersignale, die sich auf die Bewegung eines Objekts beziehen, ausgebildet. Ferner umfasst das System mindestens eine Instanz zum Bereitstellen zweiter Steuersignale, aus denen eine Soll-Verstellposition des
5 mindestens einen Bedienelements des haptischen Bediengeräts ableitbar ist. Dabei sind die zweiten Steuersignale von der mindestens einen Instanz an die Regelungseinheit des mindestens einen haptischen Bediengeräts übermittelbar.

Beispielsweise kann die Instanz zum Bereitstellen zweiter Steuersignale eine
10 erfindungsgemäße Fernsteuerung mit einer Sensoreinheit umfassen, mit welcher eine Verstellposition eines Bedienelements erfasst und in zweite Steuersignale übersetzt werden kann. Es kann dabei vorgesehen sein, dass die zweiten Steuersignale über einen Signalausgang der Fernsteuerung ausgegeben und, beispielsweise per Funk oder drahtgebunden, an ein oder mehrere haptische Bediengeräte des Systems übermittelt
15 werden. Aus den übermittelten zweiten Steuersignalen ist eine Soll-Verstellposition eines oder mehrerer Bedienelemente des mindestens einen haptischen Bediengeräts ableitbar, sodass bezüglich derer die Regelungseinheit des jeweiligen haptischen Bediengeräts das Bedienelement regeln kann. Das Funkgerät, welches die Instanz darstellt, kann z. B. von einem Modellfluglehrer bedient werden. Dementsprechend können ein oder mehrere
20 haptische Bediengeräte, welche die zweiten Steuersignale von der Instanz empfangen können, z. B. von Modellflugschülern bedient werden.

Diesem Erfindungsaspekt liegt der Gedanke zugrunde, dass mit dem erfindungsgemäßen System Fernsteuerbewegungen einer Instanz, beispielsweise eines Modellfluglehrers oder
25 Modellsimulators, an einen oder mehrere Bediener eines oder mehrerer haptischer Bediengeräte, beispielsweise nach Art einer Modellflugfernsteuerung, haptisch vermittelbar sind. Mittels des Systems kann beispielsweise ein Modellflugschüler in seinen Fernsteuerbewegungen durch einen Modellfluglehrer korrigiert werden. Es ist dabei auch denkbar, dass gleichzeitig mehrere Bediener von Fernsteuerungen oder
30 Fernsteuerungsattrappen, welche ein haptisches Bediengerät verwirklichen, rein passiv durch haptisches Nachfühlen den Fernsteuerbewegungen eines Modellfluglehrers oder beispielsweise eines Modellflugkünstlers bei einer Modellflugshow folgen.

Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass die Instanz einen Computer und/oder einen
35 Server umfasst. Insbesondere kann die Instanz zum Bereitstellen der zweiten

Steuersignale ein Modellsimulator, welcher auf dem Computer und/oder dem Server ausgeführt wird, sein. So können beispielsweise Fernsteuerbewegungen, die sich auf bestimmte Bewegungssequenzen eines virtuellen Objektes im Rahmen des Modellsimulator beziehen, in einer Datenbank des Computers und/oder Servers hinterlegt und als zweite Steuersignale an eine an den Computer und/oder Server angeschlossene Fernsteuerung oder Fernsteuerungsattrappe übermittelbar sein. Dabei können die zweiten Steuersignale beispielsweise auch innerhalb eines Netzwerkes wie z. B. dem Internet hinterlegt sein. Es ist auch denkbar, dass die zweiten Steuersignale von einer erfindungsgemäßen Fernsteuerung mit einer Sensoreinheit erzeugt und über das Internet an wenigstens ein haptisches Bediengerät übermittelt werden. Die Übermittlung kann dabei unmittelbar oder verzögert, d.h. durch Hinterlegen der Steuersignale in einer Datenbank zum späteren Abrufen, erfolgen.

Es liegt ferner im Rahmen der Erfindung, dass das haptische Bediengerät eine erfindungsgemäße Fernsteuerung für ein reales bewegliches Objekt umfasst, wobei das Objekt eine Telemetrieinheit zum Erfassen von Messdaten aufweist. Die Telemetrieinheit kann dabei im Rahmen des Systems eine Instanz (oder einen Teil hiervon) bilden, wobei die zweiten Steuersignale aus den Messdaten der Telemetrieinheit abgeleitet werden. Beispielsweise verfügen Flugmodelle gemäß dem Stand der Technik bereits über die Möglichkeit, aktuelle Betriebsdaten wie Flughöhe, Geschwindigkeit, Rotordrehzahl, Akkukapazität etc. über eine derartige Telemetrieinheit zurück an eine Fernsteuerung zu senden. Bei bisherigen Lösungen werden diese Daten dem Bediener über die Fernsteuerung visuell oder per Sprache angezeigt. Ferner ist es bekannt, bei Auftreten einer Fehlersituation ein haptisches Feedback an der Fernsteuerung vorzusehen, wobei zum Beispiel eine Vibration eines Steuerknüppels dem Bediener das Vorliegen der Fehlersituation anzeigen kann.

Mit der Telemetrieinheit als Instanz in einem erfindungsgemäßen System lassen sich nun mit den zweiten Steuersignalen sensorbasierte Steuerungsinformationen, beispielsweise zum automatischen Zurücknehmen von Pitch bei Drehzahleinbruch des Rotors eines Modellhubschraubers, an die Fernsteuerung als haptisches Bediengerät übermitteln. Aufgrund dieser zweiten Steuersignale lässt sich beispielsweise ein Bedienelement zum Einstellen des Pitches automatisch verstellen, wobei diese automatische Notfallkorrektur dem Bediener fühlbar vermittelt wird. Dabei wird eine Verstellposition des Bedienelements nur dann durch die Regelungseinheit und den Stellantrieb der Fernsteuerung automatisch

angefahren, wenn die durch den Bediener aufgebrachte manuelle Stell- bzw. Haltekraft zu gering ist, um der Stellkraft des Stellantriebs entgegenzuwirken bzw. wenn der Bediener das Bedienelement ganz losgelassen hat. In jedem Fall ist für den Bediener die Richtung der automatischen Korrektur durch die Telemetrieinheit spürbar.

5

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen, welches ein erfindungsgemäßes System verwendet.

Demnach werden in einem ersten Schritt die zweiten Steuersignale durch die mindestens
10 eine Instanz bereitgestellt, wobei die zweiten Steuersignale eine Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements des haptischen Bediengeräts betreffen. Zu diesem Zweck wird beispielsweise bei einer erfindungsgemäßen Fernsteuerung mit einer Sensoreinheit die Verstellposition eines oder mehrerer Bedienelemente erfasst, anschließend in zweite Steuersignale übersetzt und zur Ausgabe auf den Signalausgang
15 gegeben. Alternativ können die zweiten Steuersignale auch von einem Computer und/oder einem Server, auf welchem ein Modellsimulator ausgeführt wird, bereitgestellt werden. Es ist weiterhin denkbar, dass die zweiten Steuersignale von einem Computer und/oder einem Server bereitgestellt werden, auf welchem sie innerhalb einer Datenbank gespeichert sind.

20 In einem zweiten Schritt werden die zweiten Steuersignale von der Instanz an das haptische Bediengerät übermittelt. Die Übermittlung der zweiten Steuersignale kann beispielsweise per Funk von einer Fernsteuerung eines Modellfluglehrers an die Fernsteuerung eines Modellflugschülers erfolgen. Die Übermittlung kann jedoch auch drahtgebunden erfolgen, zum Beispiel per Kabel von einem Computer an eine daran
25 angeschlossene Fernsteuerungsattrappe.

In einem dritten Schritt wird die Verstellposition des mindestens einen Bedienelements des haptischen Bediengeräts in Abhängigkeit der zweiten Steuersignale geregelt. Dabei erfolgt die Regelung mittels der Regelungseinheit und des mindestens einen Stellantriebs des
30 haptischen Bediengeräts. So kann beispielsweise ein Steuerknüppel an der Fernsteuerung eines Modellflugschülers auf eine Verstellposition geregelt werden, die einer Verstellposition eines Steuerknüppels an der Fernsteuerung eines Modellfluglehrers, welche die Instanz darstellt, entspricht. Dabei sind die Bedienelemente der Instanz und des haptischen Bediengeräts derart ausgebildet, dass es eine im Wesentlichen eindeutige

Abbildung zwischen den Verstellpositionen des Bedienelements der Instanz einerseits und dem Bedienelement des haptischen Bediengeräts andererseits gibt.

In einer Variante des Verfahrens kommen wenigstens zwei erfindungsgemäße Fernsteuerungen, welche jeweils eine Sensoreinheit aufweisen, zum Einsatz. Dabei wird einerseits eine erste Fernsteuerung als eine erste Instanz für eine zweite Fernsteuerung als ein erstes haptisches Bedienelement verwendet, wobei die Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements der zweiten Fernsteuerung einer Verstellposition eines entsprechenden Bedienelements der ersten Fernsteuerung entspricht. Andererseits wird wiederum die zweite Fernsteuerung als eine zweite Instanz für die erste Fernsteuerung als ein zweites haptisches Bediengerät verwendet, wobei die Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements der ersten Fernsteuerung einer Verstellposition eines entsprechenden Bedienelements der zweiten Fernsteuerung entspricht. Beispielsweise kann eine Fernsteuerung eines Modellflugschülers einerseits zweite Steuersignale von einer Fernsteuerung eines Modellfluglehrers empfangen und auf diese Weise dessen Fernsteuerbewegungen an einem Steuerknüppel nachfühlen, und umgekehrt kann auch der Modellfluglehrer mit seiner Fernsteuerung zweite Steuersignale von der Fernsteuerung des Modellflugschülers empfangen, sodass der Modellfluglehrer Fernsteuerbewegungen des Modellflugschülers haptisch nachempfinden kann.

Es kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren ferner vorgesehen sein, dass das mindestens eine Bedienelement von dem mindestens einen Stellantrieb zum Verstellen der Verstellposition mit einer umso größeren Kraft und/oder mit einem umso größeren Drehmoment beaufschlagt wird, je weiter die Verstellposition des mindestens einen Bedienelements von der jeweiligen Soll-Verstellposition abweicht. Beispielsweise kann die Kraft und/oder das Drehmoment im Wesentlichen linear von der Abweichung abhängen. Auf diese Weise kann eine, z.B. elastische, haptische Kopplung zwischen einem Bedienelement der ersten Fernsteuerung (beispielsweise des Modellfluglehrers) und einem Bedienelement der zweiten Fernsteuerung (beispielsweise des Modellflugschülers) verwirklicht werden. Eine solche haptische Kopplung ist analog zu einer Kopplung der Steuerhörner eines Piloten und eines Copiloten, wie sie aus der manntragenden Luftfahrt bekannt ist, zu verstehen.

In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass bei einer Abweichung zwischen der Verstellposition des mindestens einen Bedienelements und der jeweiligen Soll-

Verstellposition das mindestens eine Bedienelement durch den mindestens einen
Stellantrieb mit einer umso größeren Kraft und/oder mit einem umso größeren
Drehmoment beaufschlagt wird, je größer eine Kopplungsstärke für das mindestens eine
Bedienelement gewählt wird. Dabei wird die Kopplungsstärke an dem mindestens einen
5 haptischen Bediengerät und/oder an der mindestens einen Instanz eingestellt.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass eine Kopplungsstärke einer haptischen
Kopplung zwischen einer ersten Fernsteuerung und einer zweiten Fernsteuerung mittels der
Regelungseinheiten nach Bedarf variabel eingestellt wird. Die Kopplungsstärke kann
10 beispielsweise in einem Bereich von Null bis zu einer maximalen Kopplungsstärke
eingestellt werden, wobei die maximale Kopplungsstärke z. B. (je nach Leistungsstärke
des Stellantriebs) einer im Wesentlichen starren Kopplung zwischen den Bedienelementen
der ersten Fernsteuerung und der zweiten Fernsteuerung entsprechen kann. Dabei kann
das Einstellen der Kopplungsstärke für die jeweilige Fernsteuerung an der Fernsteuerung
15 selbst erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann an einer der Fernsteuerungen die
Kopplungsstärke für beiden Fernsteuerungen eingestellt werden.

Der der Erfindung zugrunde liegende Gedanken soll nachfolgend anhand der in den
Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

20

Fig. 1A eine schematische Ansicht einer Fernsteuerung in einer ersten Variante;

Fig. 1B eine schematische Ansicht einer Fernsteuerung in einer zweiten Variante;

25 Fig. 1C eine schematische Ansicht einer Fernsteuerungsattrappe;

Fig. 2A eine schematische Ansicht eines Bedienelements mit einem Stellantrieb in
einer ersten Variante;

30 Fig. 2B eine schematische Ansicht eines Bedienelements mit einem Stellantrieb in
einer zweiten Variante;

Fig. 2C eine schematische Ansicht eines Bedienelements mit einem Stellantrieb in
einer dritten Variante;

35

Fernsteuerbewegungen in einer ersten Variante;

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Systems für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen in einer zweiten Variante;

Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Systems für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen in einer dritten Variante; und

Fig. 6 eine schematische Ansicht eines Systems für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen in einer vierten Variante.

Die Figuren 1A und 1B zeigen eine Fernsteuerung 1 für ein reales oder virtuelles bewegliches Objekt 5 in einer ersten und zweiten Variante. Beispielsweise können die gezeigten Fernsteuerungen 1 für ein Modellflugzeug oder einen Modellhubschrauber verwirklichen. Die Fernsteuerungen 1 können aber auch z. B. zum Fernsteuern von anderen unbemannten Landfahrzeugen, Wasserfahrzeugen und/oder Luftfahrzeugen vorgesehen und eingerichtet sein.

Die dargestellten Fernsteuerungen 1 weisen Bedienelemente 10 auf, welche hier beispielhaft als zwei Steuerknüppel 10 nach Art einer Modellflugfernsteuerung dargestellt sind. Ein Bediener B der Fernsteuerung 1 kann die Bedienelemente 10 manuell zwischen mehreren möglichen Verstellpositionen verstellen (das manuelle Einwirken auf die Bedienelemente ist hier mit einem dünnen Pfeil von dem Bediener B zu den Bedienelementen 10 symbolisiert). Dabei werden durch die Bedienelemente 10 und gegebenenfalls einen Mikrocontroller erste Steuersignale S1 zum Steuern der Bewegung des Objekts 5 erzeugt und auf einen ersten Signalausgang 16 gegeben. Der erste Signalausgang 16 kann beispielsweise eine Sendeeinheit, z. B. das Hochfrequenzteil einer herkömmlichen Modellflugfernsteuerung, umfassen. In anderen Ausführungsformen kann der erste Signalausgang 16 auch eine Kabelbuchse zur drahtgebundenen Ausgabe der ersten Steuersignale S1 umfassen.

Ein Verstellbereich V definiert Grenzen der manuellen Verstellbarkeit der Bedienelemente 10. Vorliegend lassen sich die Steuerknüppel innerhalb eines bestimmten Radius (entsprechend den jeweils äußeren gestrichelten Kreisen um das Bedienelement 10 der Figuren 1A-1C) kontinuierlich verstellen, wobei der Radius den Verstellbereich V festlegt.

ausgebildet ist, die Bedienelemente 10 mit einer Kraft F und/oder einem Drehmoment zu beaufschlagen und es infolgedessen innerhalb des Verstellbereichs V zu verstellen. Beispielsweise kann eine elektromechanische Einheit als Stellantrieb 11 an einem oder mehreren Bedienelementen 10 vorgesehen sein. Beispiele hierfür sind weiter unten mit
5 Bezug auf die Figuren 2A bis 2C erläutert.

Das automatische Verstellen eines Bedienelements 10 durch den Stellantrieb 11 ist für den Bediener an dem Bedienelement 10 haptisch wahrnehmbar, d.h. fühlbar. Dieses haptische
10 Wahrnehmen der automatischen Verstellbewegungen der Bedienelemente 10 ist in den Figuren 1A-1C mit einem dicken Pfeil von den Bedienelementen 10 zum Bediener B symbolisiert.

Eine Regelungseinheit 13 der Fernsteuerung 1 ist ausgebildet und eingerichtet, den Stellantrieb 11 zu steuern und dadurch die Verstellpositionen der Bedienelemente 10
15 jeweils bezüglich einer Soll-Verstellposition zu regeln. Dabei definiert der Verstellbereich V Grenzen der möglichen Soll-Verstellpositionen, d.h., jede beliebige Verstellposition innerhalb des Verstellbereichs V ist mittels der Regelungseinheit 13 anfahrbar. Die Regelungseinheit 13 kann beispielsweise einen Mikrocontroller umfassen. Beispielsweise
20 kann die Regelungseinheit 13 ausgebildet sein, im Rahmen der Regelung der Verstellposition eines Bedienelements 10, sowohl kraftbezogene Steuersignale SF als auch positionsbezogene Steuersignale SP an den Stellantrieb 11 zu übermitteln. Dabei sollen unter den kraftbezogenen Steuersignalen SF ggf. auch Steuersignale verstanden werden, welche sich auf ein Drehmoment des Stellantriebs 11 beziehen. Im Rahmen der
25 Regelung kann z. B. ein Feedbackkanal SR vorgesehen sein, über welchen Messsignale bezüglich einer aktuellen Verstellposition des Bedienelements 10 zurück an einen Mikrocontroller der Regelungseinheit übermittelbar sind.

Im Ausführungsbeispiel empfängt die Regelungseinheit 13 zweite Steuersignale $S2$ von einem Signaleingang 12 der Fernsteuerung 1. Dabei kann die Regelungseinheit 13 aus
30 den zweiten Steuersignalen $S2$ Soll-Verstellpositionen für die Bedienelemente 10 ableiten und entsprechende Steuersignale SF , SP zur Regelung der Verstellpositionen eines Bedienelements 10 an den Stellantrieb 11 übermitteln.

Die zweiten Steuersignale $S2$ können beispielsweise von einer Instanz 32 außerhalb der Fernsteuerung 1 an den Signaleingang 12 übermittelt werden. In einer solchen
35

für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen verwirklichen.

Die Instanz 32, welche die zweiten Steuersignale S2 bereitstellt, kann zum Beispiel eine weitere erfindungsgemäße Fernsteuerung 1 sein, die in Figur 1B schematisch dargestellt ist. Demnach ist an einer Fernsteuerung 1, wie sie mit Bezug auf Figur 1A erläutert worden ist, eine Sensoreinheit 15 zum Erfassen der Verstellposition, in welcher sich ein Bedienelement 10 befindet, sowie zum Übersetzen der erfassten Verstellposition in zweite Steuersignale S2 vorgesehen. Beispielsweise kann die Sensoreinheit 15 ein oder mehrere Potenziometer, magnetische Sensoren und/oder optische Sensoren aufweisen, welche eine aktuelle Verstellposition der Bedienelemente 10 erfassen können. Dabei ist auch denkbar, dass die erfassten Verstellpositionen zugleich für die Erzeugung der ersten Steuersignale S1 verwendet werden. Das Übersetzen der erfassten Verstellpositionen in die zweiten Steuersignale S2 kann z. B. durch einen Mikrocontroller der Sensoreinheit 15 vorgenommen werden.

Die zweiten Steuersignale S2 können über einen zweiten Signalausgang 14, der an der Fernsteuerung 1 gemäß der Figur 1B vorgesehen ist, ausgegeben werden. Von dem zweiten Signalausgang 14 sind die zweiten Steuersignale S2 drahtlos oder drahtgebunden an ein haptisches Bediengerät 31, wie zum Beispiel eine Fernsteuerung 1 nach Figur 1A, übermittelbar.

Der zweite Signalausgang 14 kann dabei beispielsweise eine Kabelbuchse oder eine Sendeeinheit, z. B. ein Hochfrequenzteil, umfassen. Beispielsweise kann bei einer Fernsteuerung 1 für ein Modellflugzeug 5 zur Übermittlung der zweiten Steuersignalen S2 eine zweite, von einer Funkübertragung erster Steuersignale S1 zu einem Modellflugzeug 5 unabhängige Funkstrecke vorgesehen sein. Mit den zweiten Steuersignalen S2 müssen nicht bereits von einem Controller umgerechnete Kanalwerte für die einzelnen Servos des Modellflugzeugs 5, sondern z.B. die originalen Verstellpositionen der Steuerknüppel 10 übertragen werden.

Insoweit der zweite Signalausgang 14 beispielsweise eine Sendeeinheit für die zweiten Steuersignale in Form eines Hochfrequenzteils umfassen kann und somit zum Übersetzen der durch die Sensoreinheit 15 erfassten Verstellpositionen in zweite Steuersignale S2 (als Funksignale) vorgesehen ist, kann der zweite Signalausgang 14 auch als ein Teil der Sensoreinheit 15 verstanden werden oder mit diesem gemeinsame Komponenten aufweisen.

In Abhängigkeit der übermittelten zweiten Steuersignale S2 kann dann die Verstellposition mindestens eines Bedienelements 10 des haptischen Bediengeräts 31 geregelt werden.

- 5 Dabei kann auch eine weitere Fernsteuerung 1 gemäß der Figur 1B im Rahmen eines erfindungsgemäßen Systems 3 als haptisches Bediengerät dienen, welches beispielsweise einerseits über den Signaleingang 12 zweite Steuersignale S2 empfängt und andererseits (andere) zweite Steuersignale S2 über den zweiten Signalausgang 14 abgibt und an ein weiteres haptisches Bediengerät 31 übermittelt.

10

Das haptische Bediengerät 31 kann in einer Variante auch durch eine Fernsteuerungsattrappe 7 gemäß der Figur 1C verwirklicht sein. Diese unterscheidet sich von einer Fernsteuerung 1 gemäß der Figur 1A dadurch, dass sie nicht zum Erzeugen erster Steuersignale S1 zum Fernsteuern eines beweglichen Objekts 5 ausgebildet ist.

- 15 Eine solche Fernsteuerungsattrappe 7 kann beispielsweise zu Trainingszwecken für einen Modellflugschüler als Bediener B vorgesehen sein, der damit Fernsteuerbewegungen eines Modellfluglehrers nachfühlen kann.

- Es kann ferner vorgesehen sein, dass die Bedienelemente 10 an der
20 Fernsteuerungsattrappe 7 der Figur 1C überhaupt nicht manuell, sondern nur automatisch durch den mindestens einen Stellantrieb 11 verstellbar sind.

- Im Gegensatz hierzu kann bei Fernsteuerungen 1 nach Figuren 1A und 1B das
25 Bedienelement 10 unter den überlagerten Wirkungen des Stellantriebs 11 einerseits und einer manuellen Betätigung durch den Bediener B andererseits verstellbar sein. Dabei können die Kraft F und/oder das Drehmoment M, mit welchem der Stellantrieb 11 das Bedienelement 10 beaufschlagt, mittels der Regelungseinheit 13 begrenzt werden. In einer Variante können dabei die Grenzen der Kraft 11 und/oder des Drehmoments mittels der Regelungseinheit 13, beispielsweise über einen Drehregler, variabel einstellbar sein.

30

- Die Figuren 2A bis 2C zeigen in schematische Ansicht verschiedene Ausführungsformen eines Bedienelements 10 mit einem daran angeordneten Stellantrieb 11. Das Bedienelement 10 gemäß der Figur 2A ist ein Steuerknüppel, welcher hier beispielhaft lediglich in einachsiger Ausführung (d.h. mit nur einer Wirkebene) dargestellt ist. Der
35 Steuerknüppel 10 ist an einer Welle eines Elektromotors 110 angeordnet, welcher einen Teil des Stellantriebs 11 bildet. Dabei kann der Elektromotor 110 in einer vorteilhaften Ausführungsform konstruktiv für ein großes Drehmoment und eine geringe Drehzahl

drehbar ausgebildet sein. Beispielsweise kann, um eine entsprechende Leichtgängigkeit zu erzielen, der Steuerknüppel 10 direkt an der Welle befestigt sein, ohne dass ein zwischengeschaltetes Getriebe vorgesehen ist.

5

Der Steuerknüppel 10 ist in dieser Ausführungsform unter der überlagerten Wirkung einer manuellen Einwirkung durch den Bediener einerseits sowie des durch den Elektromotor 110 auf die Welle gebrachten Drehmoments andererseits über seinen gesamten Verstellbereich V hinweg verstellbar. Dabei können an dem Steuerknüppel 10
10 Rückstellfedern 113 vorgesehen sein, die bei Wegnahme der beiden Antriebswirkungen den Steuerknüppel 10 zurück in eine Zentrier- oder Ausgangsposition bewegen.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 2B ist als Bedienelement 11 ein Schieberegler auf einer Spindel 111 montiert. Die Spindel 111 wird dabei von einem Elektromotor 110
15 angetrieben. Über die Spindel 111 beaufschlagt der Elektromotor 110 den Schieberegler 10 mit einer Kraft F, wodurch der Schieberegler 10 entlang der Spindel 111 linear verstellbar ist. Dies ist ein Beispiel für eine Anordnung, bei welcher eine manuelle Betätigung des Schiebereglers 10 von außen, also durch einen Bediener B, konstruktionsbedingt erschwert oder sogar ausgeschlossen ist. Eine solche Anordnung
20 kann beispielsweise bei einer Fernsteuerungsattrappe 7 gemäß der Figur 1C verwendet werden. Dabei dient der Schieberegler 10 dem Bediener B beispielsweise ausschließlich zum Erlernen geeigneter Schiebepositionen, beispielsweise im Rahmen komplexer Flugsequenzen eines Modellflugzeugs.

25 Wird der Schieberegler 10, wie in Figur 2C gezeigt, demgegenüber auf einem Riemen 112 montiert, welcher von einem Elektromotor 110 angetrieben wird, so ist seine Verstellposition sowohl durch den Elektromotor 110 als Stellantrieb 11 als auch manuell durch den Bediener B verstellbar. Eine konstruktionsbedingte mechanische Hemmung wie in dem Ausführungsbeispiel der Figur 2B ist nicht vorhanden. Vorzugsweise ist der
30 Elektromotor 110 dabei konstruktiv für ein großes Drehmoment und eine geringe Drehzahl ausgelegt und weist ferner eine leichtgängige und von außen drehbare Welle auf. Ein solcher Schieberegler 10 kann beispielsweise bei einer Fernsteuerung 1 gemäß den Figuren 1A oder 1B Verwendung finden, mit welcher ein Bediener B zugleich selbst ein Objekt 5 fernsteuern kann und zusätzlich Fernsteuerbewegungen von einer Instanz 32
35 haptisch erfahren kann.

erfindungsgemäßen Systems 3 für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen beschrieben, wobei die zuvor beschriebenen Fernsteuerungen 1 bzw. Fernsteuerungsattrappen 7 gemäß der Figuren 1A bis 1C als haptische Bediengeräte 31
5 verwendet werden können.

In der Figur 3 ist ein System 3 für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen in einer ersten Variante schematisch dargestellt. Bei dem dargestellten System 3 dient eine erste Fernsteuerung 1-1 eines ersten Bedieners B1 als Instanz 32, welche einer zweiten
10 Fernsteuerung 1-2 als einem haptischen Bediengerät 31 zweite Steuersignale S2-2 bereitstellt. Dabei sind in den zweiten Steuersignalen S2-2 Verstellpositionen von Bedienelementen 10 der ersten Fernsteuerung 1-1 kodiert. Die zweiten Steuersignale S2-2 werden beispielsweise per Funk an die zweite Fernsteuerung 1-2 übermittelt, und die Verstellpositionen von Bedienelementen 10 der zweiten Fernsteuerung 1-2 werden
15 bezüglich der mit den zweiten Steuersignalen S2-2 übermittelten Soll-Verstellpositionen geregelt.

Umgekehrt können in ganz analoger Weise von der zweiten Fernsteuerung 1-2 zweite Steuersignale S2-1 für die Regelung der Verstellpositionen der Bedienelemente 10 der
20 ersten Fernsteuerung 1-1 bereitgestellt werden. Auf diese Weise kann eine gegenseitige Kopplung der Bedienelemente 10 der ersten Fernsteuerung 1-1 und der zweiten Fernsteuerung 1-2 verwirklicht werden.

Dieses Ausführungsbeispiel geht von dem Gedanken aus, beispielsweise einem
25 Modellflugschüler B2 über die Bedienelemente 10 seiner zweiten Fernsteuerung 1-2 ein haptisches Feedback, welches von einem Modellfluglehrer B1 mit dessen erster Fernsteuerung 1-1 erzeugt wird, zu vermitteln. Zu diesem Zweck kann mit dem dargestellten System 3 dem Modellflugschüler B2 insbesondere ein vollständiges Abbild der Bedienelemente 10 der ersten Fernsteuerung 1-1 des Modellfluglehrers B1 haptisch
30 übermittelt werden.

Das erfindungsgemäße System 3 realisiert eine Kopplung zwischen den Bedienelementen der ersten Fernsteuerung 1-1 des Modellfluglehrer B1 einerseits und der zweiten Fernsteuerung 1-2 des Modellflugschülers B2 andererseits, die analog zu der Kopplung
35 der Steuerhörner Pilot und Copilot in der manntragenden Fliegerei zu verstehen ist. Dabei können sowohl Pilot als auch Copilot das Flugzeug fliegen, und beide können jederzeit fühlen, was der andere macht, sodass sie bei Problemen schnell eingreifen könnten.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Kopplungsstärke der Kopplung mittels der Regelungseinheiten 13 nach Bedarf variabel einstellbar ist. Die Kopplungsstärke kann beispielsweise in einem Bereich von Null bis zu einer maximalen Kopplungsstärke einstellbar sein, wobei die maximale Kopplungsstärke z. B. einer im Wesentlichen starren Kopplung zwischen den Bedienelementen 10 der ersten Fernsteuerung 1-1 und der zweiten Fernsteuerung 1-2 entsprechen kann.

In der beispielhaften Ausführungsform der Figur 3 ist die erste Fernsteuerung 1-1 des Modellfluglehrers B1 per Funk an das Modellflugzeug 5 gekoppelt. Somit hat der Modellfluglehrer B1 die Hauptverantwortung für das korrekte Steuern des Modellflugzeugs 5 inne.

Wenn der Modellfluglehrer B1 nun seine Steuerknüppel 10 verstellt, so werden deren Verstellpositionen einerseits zur Steuerung des Modellflugzeugs 5 in einem Controller in erste Steuersignale S1, welche z. B. Servosignale umfassen, verrechnet und über den ersten Signalausgang 16 (vergleiche Figur 1B) an das Modellflugzeug 5 gefunkt. Andererseits werden die Verstellpositionen der Steuerknüppel 10 durch die Sensoreinheit 15 erfasst und über den zweiten Signalausgang 14 als zweite Steuersignale S2-2 an den Signaleingang 12 der zweiten Fernsteuerung 1-2 des Modellflugschülers B2 gesendet.

An der zweiten Fernsteuerung 1-2 werden die empfangenen zweiten Steuersignale S2-2 durch die Regelungseinheit 13 in Soll-Verstellpositionen für die Regelung der Steuerknüppel 10 umgerechnet. Der Stellantrieb 11 wird von der Regelungseinheit 13 mit entsprechenden Eingangssignalen SP, SF bezüglich einer Kraft, eines Drehmoments und/oder einer Position versorgt. Im Ergebnis führt die Regelung durch die Regelungseinheit 13 und den Stellantrieb 11 zu einer elektromotorischen Bedienung der Steuerknüppel 10, wobei die Steuerknüppel 10 ohne manuelle Beeinflussung von außen in ihren beiden Achsen jeweils präzise diejenige Verstellposition einnehmen, die einer Verstellposition des entsprechenden Steuerknüppels 10 an der ersten Fernsteuerung 1-1 entspricht. Dies ermöglicht dem Modellflugschüler B2 ein Nachfühlen der Fernsteuerbewegungen des Modellfluglehrers B1.

Da die beschriebene Kopplung in beide Richtungen verwirklicht ist, kann auch der Modellflugschüler B2 die Steuerknüppel 10 seiner zweiten Fernsteuerung 1-2 manuell bedienen, wobei deren Verstellpositionen in Form von zweiten Steuersignale S2-1 an die erste Fernsteuerung 1-1 des Modellfluglehrers B1 übermittelt werden. Wenn der

gegen die Stellkraft F (oder ein Stelldrehmoment M) des Stellantriebs 11 aufbringt, so nehmen seine Steuerknüppel 10 die Verstellposition der Steuerknüppel 10 der zweiten Fernsteuerung 1-2 des Modellflugschülers B2 ein. In diesem Fall wird die erste Fernsteuerung 1-1 des Modellfluglehrers B1 durch den Modellflugschüler B2 „ferngesteuert“, wobei der Modellflugschüler B2 das Modellflugzeug 5 transitiv über die erste Fernsteuerung 1-1 steuert.

In dem Fall, dass der Modellflugschüler B2 einen kritischen Steuerfehler begeht, kann der Modellfluglehrer B1 jederzeit eingreifen und mit seinen, für das Fernsteuern des Modellflugzeugs 5 letztlich maßgeblichen, Steuerknüppeln 10 entsprechend korrigieren. Der Modellfluglehrer B1 muss hierbei manuell die Stellkraft F des Stellantrieb 11 überwinden, wobei vorgesehen sein kann, dass er eine maximale Stellkraft und/oder ein maximales Drehmoment des Stellantriebs 11 über ein weiteres Bedienelement der ersten Fernsteuerung 1-1 (z. B. über ein Drehpotentiometer oder einen Schieberegler) variabel einstellen kann.

Infolge dieses manuellen Eingreifens durch den Modellfluglehrer B1 kann der Stellantrieb 11 der ersten Fernsteuerung 1-1 nicht die vom Modellflugschüler B2 vorgegebene Verstellposition der Steuerknüppel 10 anfahren, und die Steuerknüppel 10 der ersten Fernsteuerung 1-1 erreichen die für die Rettung des Modellflugzeug 5 erforderlichen Verstellpositionen entsprechend den Vorgaben des Modellfluglehrers B1.

Der Modellflugschüler B2 fühlt dabei die durch die Korrektur des Modellfluglehrers B1 hervorgerufene Stellkraft F seines Stellantriebs 11 über die Steuerknüppel 10 seiner zweiten Fernsteuerung 1-2. Dadurch bekommt der Modellflugschüler B2 eine sofortige Rückmeldung über seinen Steuerfehler und fühlt insbesondere auch genau die anzustrebende korrekte Position des Steuerknüppels 10. Dabei hat auch der Modellflugschüler B2 die Möglichkeit, an seiner zweiten Fernsteuerung 1-2 eine maximale Stellkraft und/oder in maximales Drehmoment des Stellantriebs 11 einzustellen. Je nach Trainingsfortschritt und Anwendung (z. B. langsamer Segelflieger, schneller und harter Kunstflug, Helikopter-3-D-Flug etc.) können hierbei unterschiedliche Einstellungen sinnvoll sein.

Falls der Modellflugschüler B2 die Korrektur des Modellfluglehrers B1 ignoriert und mit seiner manuellen Stellkraft entgegen dem Stellantrieb 11 wirkt, hat dies für das Modellflugzeug 5 keine Konsequenzen, da für das Fernsteuern des Modellflugzeug 5 ja

Verstellpositionen der Steuerknüppel der zweiten Fernsteuerung 1-2 werden in diesem Fall also von dem Modellflugzeug 5 ignoriert.

- 5 Die Figur 4 zeigt eine zweite Variante eines erfindungsgemäßen Systems 3 für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen. Dabei ist ein haptisches Bediengerät 31 eines zweiten Bedieners B2 mit einem Computer 320 verbunden, auf welchem ein Modellsimulator ausgeführt wird. Das haptische Bediengerät 31 kann beispielsweise eine Fernsteuerung 1 gemäß den Figuren 1A-1B oder eine Fernsteuerungsattrappe 7 nach
- 10 Figur 1C sein. Der Modellsimulator simuliert die Bewegung eines virtuellen beweglichen Objekts 5, beispielsweise eines Hubschraubers 5. In Figur 4 ist auf dem Bildschirm des Computers 320 zusätzlich zu dem virtuellen Objekt 5 eine virtuelle Fernsteuerung zu sehen, wie sie häufig bei Modellsimulatoren vorkommt.
- 15 Der Computer 320 stellt im Rahmen des Systems 3 eine Instanz 32 für das haptische Bediengerät 31 dar, indem er über einen Signaleingang 12 des haptischen Bediengeräts 31 zweite Steuersignale S2 für die Regelung der Verstellpositionen der Bedienelemente 10 bereitstellt.
- 20 In einem herkömmlichen Betriebsmodus eines Modellsimulators verstellt der zweite Bediener B2 die Steuerknüppel 10 seiner Fernsteuerung 1. Die Verstellpositionen der Steuerknüppel 10 werden über einen ersten Signalausgang 16 als erste Steuersignale S1 an den Computer 320 übermittelt. Im Rahmen des Modellsimulators werden die ersten Steuersignale S1 in entsprechende Verstellpositionen der auf dem Monitor abgebildeten
- 25 virtuellen Fernsteuerung sowie in eine Steuerung der Bewegung des virtuellen Objekts 5 umgesetzt.

- Das erfindungsgemäße System 3 ermöglicht einen neuen Betriebsmodus, in welchem der zweite Bediener B2 eine von einem erfahrenen Piloten und dritten Bediener B3 bereits
- 30 zuvor eingesteuerte und in einer Datenbank 322 des Computers 320 abgespeicherte Flugsequenz (z. B. ein besonders schwieriges Flugmanöver) in den Modellsimulator laden kann. Dabei kann das Hochladen der Flugsequenz auch beispielsweise über eine Internetplattform erfolgen. Wenn der zweite Bediener B2 auf der Ebene des Modellsimulators die geladene Flugsequenz startet, werden die Steuerknüppel 10 seines
- 35 haptischen Bediengeräts 31 präzise nach den abgespeicherten Vorgaben der Flugsequenz bewegt. Dies kann, insbesondere in Verbindung mit anderen abgespeicherten Parametern, wie einem Modelltyp, simulierten Windverhältnissen etc., zu einer realistischen Erfahrung

gespeicherten Flugsequenz wird von der virtuellen Fernsteuerung in Form von zweiten Steuersignalen S2 an den Signaleingang 12 des haptischen Bediengeräts 31 gesendet und führt dort über die Regelungseinheit 13 zur Ansteuerung des Stellantriebs 11 und
5 letztlich der Bedienelemente 10. Somit kann der zweite Bediener B2 die korrekte Auslenkung der Steuerknüppel 10 für die schwierige Flugsequenz ergänzend zur visuellen Wahrnehmung der virtuellen Fernsteuerung an den Steuerknüppeln 10 haptisch nachvollziehen.

10 Denkbar sind dabei auch Mischformen der beiden beschriebenen Betriebsmodi, bei denen der zweite Bediener B2 einerseits die Möglichkeit hat, das virtuelle Objekt 5 selbst manuell zu steuern, andererseits aber noch über das haptische Feedback der virtuellen Fernsteuerung sanft geführt wird. So kennt die virtuelle Fernsteuerung aufgrund der Flugsequenz-Datenbank 322 den optimalen Steuerungsablauf und kann diesen mit den
15 manuellen Fernsteuerbewegungen des zweiten Bedieners B2 vergleichen. Wenn die Abweichungen von den optimalen Fernsteuerbewegungen zu groß werden, kann mit dem Stellantrieb 11 eine entsprechende Gegenkraft F und/oder ein entsprechendes Gegendrehmoment M auf die Steuerknüppel 10 des haptischen Bediengeräts 31 erzeugt werden.

20 Denkbar ist in Bezug auf visuelles Feedback auch ein sogenannter Split-Screen-Ansatz, wobei beispielsweise in einer linken Bildschirmhälfte das optimal von der virtuellen Fernsteuerung gesteuerte virtuelle Objekt 5 gezeigt wird und auf der rechten Bildschirmhälfte das manuell von dem zweiten Bediener B2 gesteuerte virtuelle Objekt 5.
25 Zusätzlich zu den Abweichungen in den Bewegungen der beiden virtuellen Objekte 5 können dabei auch die Abweichungen der Verstellpositionen der Steuerknüppel 10 der virtuellen Fernsteuerung einerseits und des haptischen Bediengeräts 31 andererseits grafisch animiert und am Ende des simulierten Fluges ausgewertet werden. Ein Integral über die Abweichungen der Verstellpositionen über die Dauer des simulierten Fluges wäre
30 ein erster Anhaltspunkt für die Ausführungsqualität und den Lernerfolg des Modellflugschülers B2.

Gemäß einer weiteren Variante des Ausführungsbeispiels der Figur 4 können zwei Modellsimulationen mit ihren jeweiligen Bedienern (beispielsweise ein erster Bediener B1
35 als Modellfluglehrer und ein zweiter Bediener B2 als Modellflugschüler) live und zeitsynchron über das Internet 321 gekoppelt sein. Dieses Modellfluglehrer/Modellflugschüler-Szenario ist analog zu dem mit Bezug auf Figur 3

Wetterunabhängigkeit der beiden Bediener B1, B2.

Die beiden haptischen Bediengeräte 31 sind hierbei nicht per Funk oder Kabel miteinander
5 verbunden sondern jeweils über einen Modellsimulator, der auf einem Computer 320
ausgeführt wird, wobei die Computer 320 wiederum über das Internet 321 miteinander
gekoppelt sind. Obwohl es sich physisch um zwei verschiedene Fernsteuerungen 1 des
ersten Bedieners B1 und des zweiten Bedieners B2 handelt, bleibt durch die Kopplung nur
noch eine logische virtuelle Fernsteuerung sowie ein logisches virtuelles Objekt 5 übrig,
10 welches beide Bediener B1, B2 sehen und fernsteuern können.

Der Bediener B1 kann dabei als Modellflugehrer dominant die virtuelle Fernsteuerung mit
seinem haptischen Bediengerät 31 ansteuern, was wiederum zum Steuern des virtuellen
Objekts 5 führt. Beispielsweise per Headset-Kommunikation kann der erste Bediener B1
15 dem zweiten Bediener B2 das Kommando geben, die Fernsteuerung zu übernehmen (ganz
wie Pilot und Copilot im Cockpit einer manntragenden Maschine per Helm-Mikrofon und
Kopfhörer kommunizieren). Der zweite Bediener B2 kann daraufhin die einzige logische
virtuelle Fernsteuerung und darüber das virtuelle Objekt 5 steuern. Dabei werden die
Verstellpositionen der Steuerknüppel der virtuellen Fernsteuerung über das Internet 321
20 zum haptischen Bediengerät 31 des ersten Bedieners B1 gesendet und bewirken dort eine
entsprechende Auslenkung der Steuerknüppel 10.

Die Figur 5 zeigt eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Systems 3 für die haptische
Vermittlung von Fernsteuerbewegungen. Dabei können gleichzeitig viele Zuschauer
25 (sowohl reale als auch virtuelle über das Internet 321) eine Modellflugvorführung eines
Wettbewerbs- bzw. Showpiloten haptisch nachfühlen und dementsprechend „live“
miterleben.

Ein Showpilot steuert in diesem Ausführungsbeispiel als erster Bediener B1 ein reales
30 Modellflugzeug 5. Dabei werden die Steuerknüppelbewegungen und damit die zum
Fernsteuern des Modellflugzeugs 5 erforderlichen Steuersignale S2 an haptische
Bediengeräte 31 realer, bei der Flugveranstaltung anwesender Zuschauer B2 übertragen.
In Abhängigkeit der zweiten Steuersignale S2 werden die Steuerknüppel 10 der haptischen
Bediengeräte 31, welche beispielsweise als Fernsteuerungen 1 oder
35 Fernsteuerungsattrappen 7 verwirklicht sein können bewegt, wodurch für die Zuschauer
B2 ein Nachfühlen des Showfluges ermöglicht wird.

Zusätzlich zu den realen Zuschauern B2 vor Ort kann das zweite Steuersignal S2 des Show- bzw. Wettbewerbspiloten auch über eine Internetplattform 321 an eine interessierte weltweite Community übertragen werden. Virtuelle Zuschauer B2 können dann
5 beispielsweise mittels einer auf ihrem Heim-PC 320 zu installierenden Software und eines an den Heim-PC 320 anzuschließenden haptischen Bediengeräts 31 den Showflug „live“ oder aber auch zeitversetzt nachfühlen und miterleben. Die hierzu erforderlichen Bild- sowie Steuersignale S2 müssen dabei von der Internetplattform 321 zeitsynchron, z. B. mittels eines Streaming-Verfahrens, übertragen werden. Die zu installierende Software auf
10 dem Heim PC 320 dekodiert aus dem Stream dann wieder die zur Ansteuerung des haptischen Bediengeräts 31 notwendigen Eingangssignale S2

Eine vierte Variante eines erfindungsgemäßen Systems 3 ist in Figur 6 schematisch dargestellt. Dabei steuert ein Bediener B mit einer Fernsteuerung 1, die ein haptisches
15 Bediengerät 31 verwirklicht, ein reales fernsteuerbares Objekt 5, wie zum Beispiel einen Modellhubschrauber. An dem Objekt 5 ist eine Telemetrieinheit 51 angeordnet, welche mit einer Telemetriesensorik 510 aktuelle Betriebsdaten wie eine Flughöhe, eine Fluggeschwindigkeit, eine Rotordrehzahl, eine Akkukapazität etc. erfassen und über einen Telemetriesender 511 an die Fernsteuerung 1 des Bedieners B funken kann. Konventionell
20 werden derartige Telemetriedaten einem Bediener B visuell oder per Sprache vermittelt.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Fernsteuerung 1 des Bedieners B und die Telemetrieinheit 51 des Objekts 5 ein erfindungsgemäßes System 3 verwirklichen, wobei das Objekt 5 mit der Telemetrieinheit 51 eine Instanz 32 für die
25 Fernsteuerung 1 als haptisches Bediengerät 31 darstellt.

Der Bediener B steuert das fernsteuerbare Objekt 5 über die Steuerknüppel 10 seiner Fernsteuerung 1. Dabei werden die ersten Steuerungssignale S1 über den ersten Signalausgang 16 an einen Empfänger 52 des fernsteuerbaren Objekts 5 gefunkt. In der
30 Folge werden die ersten Steuersignale S1 in Bewegungen einzelner Servos (Rudermaschinen) 53 des fernsteuerbaren Objekts 5 umgesetzt, welche letztlich das Objekt 5 physisch steuern.

Basierend auf bestimmten Flugzuständen bzw. Flugbedingungen (zum Beispiel eine zu
35 geringe Rotordrehzahl, zu geringe Höhe, zu geringe Akkukapazität etc.) kann die Telemetriesensorik 510 Alarm geben und den Telemetriesender 511 veranlassen, zweite Steuersignale S2 an den Signaleingang 12 des haptischen Bediengeräts 31 zu senden,

oder Steuerknüppel 10 in bestimmte Verstellpositionen zu bringen. Beispielsweise kann auf diese Weise mit einem Flugzustandsschalter 10 automatisch eine andere Rotordrehzahl eines Modellhubschraubers 5 ausgewählt werden. Im Falle eines Modellflugzeugs 5 kann z. B. ein drohender Strömungsabriss („Stall“ aufgrund zu geringer Anströmgeschwindigkeit oder zu hohen Anstellwinkels einer Tragfläche) ein rettendes „Drücken“ des Höhenruder-Knüppels bewirken.

Dabei muss der Bediener B nicht tatenlos zuschauen. Eine automatische Steuerknüppelposition wird vielmehr nur dann von der Stelleinheit 11 angefahren, wenn er nicht genügend manuelle Halkräfte oder Haltedrehmomente aufbringt, um gegen eine einstellbare Maximalkraft bzw. ein einstellbares Maximaldrehmoment des Stellantriebes 11 halten zu können. In jedem Fall kann der Bediener B die Vorgaberichtung der automatischen Korrektur durch die Telemetrieinheit 51 des fernsteuerbaren Objektes 5 spüren.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems 3 ist im Zusammenhang mit einer Multikopter-Drohne denkbar, welche autark per GPS vorgegebene Positionen (sogenannte „Waypoints“) abfliegt. Wenn ein Bediener B einen solchen autonomen Flugmodus startet, können mit einem erfindungsgemäßen System 3 die von einem Flight Computer der Multikopter-Drohne 5 errechneten Steuerimpulse (zum Erreichen der Waypoints) über einen Telemetriesender 511 der Multikopter-Drohne 5 an ein haptisches Bediengerät 31 des Bedieners B gesendet werden, sodass die Steuerknüppel 10 des haptischen Bediengeräts 31 wie bei einem Autopiloten gesteuert werden. Es ist dabei auch ein Szenario denkbar, in welchem keine Betätigung eines Schalters mehr zum Verlassen des Autopilotenmodus erforderlich ist, sondern der Bediener B, beispielsweise in einem Notfall, lediglich in die Steuerknüppel 10 greifen muss, um wieder die Kontrolle über die Multikopter-Drohne 5 zu übernehmen. Eine Abweichung der Verstellpositionen der Steuerknüppel 10 des haptischen Bediengeräts 31 von den durch den Flight Computer errechneten optimalen Verstellpositionen kann dabei als Indikator für das Verlassen des Autopiloten-Modus verwendet werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel kann bei einer erfindungsgemäßen Fernsteuerung 1 durch die vorgesehene Regelungseinheit 13 in Verbindung mit dem Stellantrieb 11 eine manuelle Betätigung eines Steuerknüppels 10 zum Ausführen präziser Steuerknüppelbewegungen („Stickmoves“) unterstützt und erleichtert werden.

exakten biomotorischen Ausführen von bestimmten Stickmoves durch einen Bediener B in unerwünschter Weise entgegenwirken. Dazu zählt ein Wirkrichtungswechsel einer mechanischen Rückstellkraft beim Durchlaufen der Zentrierposition (d.h. der Position, die der Steuerknüppel nach Loslassen des Steuerknüppels 10 einnimmt). Ferner weisen die vier Quadranten-Bedienflächen eines herkömmlichen Steuerknüppels 10 im Allgemeinen im Vergleich zu den orthogonalen Steuerachsen unterschiedliche Rückstellkräfte auf. So fällt eine Bewegung entlang der Hauptachsen („hoch“, „runter“, „links“, „rechts“) einem Bediener leichter als eine diagonale Bewegung. Der Grund hierfür sind die Anzahl und Kennlinien der jeweils beteiligten Rückstellfedern 113. Deshalb ist es beispielsweise sehr schwer mit dem Steuerknüppel eine saubere Kreisbahn zu beschreiben.

Bei einer erfindungsbemäßen Fernsteuerung 1 können Stellantriebe 11 die Kennlinien der Rückstellfedern nach individuellen Vorgaben überlagern. Möglich ist z. B., jeder Position des Steuerknüppels einen Wert für eine gewünschte Rückstellkraft F in Richtung eines frei wählbaren Zentrierpunktes vorzugeben. Haben beispielsweise in der Folge die Punkte einer Kreisbahn um den mittigen Zentrierpunkt herum gleichmäßig die Rückstellkraft Null, ist ein Bewegen des Steuerknüppels 10 auf dieser rückstellkraftlosen Kreisbahn innerhalb des Verstellbereichs V ohne viel Übung möglich.

20

Grundsätzlich können die mechanischen Rückstellfedern 113 auch komplett durch die Regelungseinheit 13 und den Stellantrieb 11, z. B. elektromotorisch, nachgebildet und demzufolge bei der Konstruktion einer Fernsteuerung 1 eingespart werden. Es kann jedoch aus Sicherheitsgründen vorteilhaft sein, mechanische Rückstellfedern 113 dennoch beizubehalten, so dass beim Ausfall eines Stellantriebs 11 immer noch ein Zentrieren des Steuerknüppels 10 auf mechanischem Weg erfolgt.

25

Ferner ist beispielsweise die Erzeugung einer gleich großen Rückstellkraft F in allen Richtungen möglich. Zudem kann ein unerwünschtes gedämpftes Schwingen des Steuerknüppels 10 um die Zentrierposition herum beim schlagartigen Loslassen aus einer weiten Auslenkung vermieden werden. Zusammenfassend sind mittels der Regelungseinheit 13 und des Stellantriebs 11 situations- und zustandsbedingt die Wirkung und Eigenschaften eines Steuerknüppels 10 modifizierbar.

30

35

1	Fernsteuerung
1-1	Erste Fernsteuerung
1-2	Zweite Fernsteuerung
10	Bedienelement
11	Stellantrieb
110	Motor
111	Spindel
112	Riemen
113	Rückstellfeder
12	Signaleingang
13	Regelungseinheit
14	Zweiter Signalausgang
15	Sensoreinheit
16	Erster Signalausgang
3	System
31	Haptisches Bediengerät
32	Instanz
320	Computer
321	Server / Internet
322	Datenbank
5	Objekt
51	Telemetrieinheit
510	Telemetriesensorik
511	Telemetriesender
52	Empfänger
53	Servo
7	Fernsteuerungsattrappe
B	Bediener
B1	Erster Bediener
B2	Zweiter Bediener
B3	Dritter Bediener
F	Kraft
M	Drehmoment
S1	Erste Steuersignale
S2	Zweite Steuersignale

S2-2	Zweite Steuersignale für die zweite Fernsteuerung
SF	Kraftbezogene Steuersignale
SP	Positionsbezogenen Steuersignale
SR	Feedbackkanal
V	Verstellbereich

1. Fernsteuerung (1) für ein reales oder virtuelles bewegliches Objekt (5), mit
 - mindestens einem Bedienelement (10), welches zum Erzeugen erster
5 Steuersignale (S1), die sich auf eine Bewegung des Objekts (5) beziehen,
manuell zwischen mehreren Verstellpositionen verstellbar ist, wobei ein
Verstellbereich (V) Grenzen der manuellen Verstellbarkeit des mindestens
einen Bedienelements (10) definiert,
 - mindestens einem Stellantrieb (11), der ausgebildet und eingerichtet ist, das
10 mindestens eine Bedienelement (10) zwischen den Verstellpositionen zu
verstellen, und
 - mindestens einer Regelungseinheit (13), die ausgebildet und eingerichtet ist,
den mindestens einen Stellantrieb (11) zu steuern und mittels des mindestens
einen Stellantriebs (11) die Verstellposition des mindestens einen
15 Bedienelements (10) bezüglich einer Soll-Verstellposition zu regeln, wobei der
Verstellbereich (V) Grenzen der möglichen Soll-Verstellpositionen definiert.
2. Fernsteuerung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens
eine Bedienelement (10) unter überlagerten Wirkungen des mindestens einen
20 Stellantriebs (11) einerseits und einer manuellen Betätigung andererseits zwischen den
Verstellpositionen verstellbar ist.
3. Fernsteuerung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
Stellantrieb (11) ausgebildet und eingerichtet ist, das mindestens eine Bedienelement
25 (10) zum Verstellen der Verstellposition mit einer Kraft (F) und/oder einem Drehmoment
(M) zu beaufschlagen, wobei Grenzen der Kraft (F) und/oder des Drehmoments (M)
mittels der mindestens einen Regelungseinheit (13) variabel einstellbar sind.
4. Fernsteuerung (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**
30 **gekennzeichnet**, dass die Verstellpositionen des mindestens einen Bedienelements
(10) in dem Verstellbereich (V) kontinuierlich verteilt sind.
5. Fernsteuerung (1) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch**
gekennzeichnet, dass das Objekt (5) ein reales unbemanntes Landfahrzeug,
35 Wasserfahrzeug und/oder Luftfahrzeug ist.

gekennzeichnet, dass das Objekt (5) ein reales fernsteuerbares Modellfahrzeug für den Betrieb zu Land, zu Wasser und/oder in der Luft, insbesondere ein fernsteuerbares Modellflugzeug oder ein fernsteuerbarer Modellhubschrauber, ist.

5

7. Fernsteuerung (1) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- eine Sensoreinheit (15) zum Erfassen der Verstellposition, in welcher sich das mindestens eine Bedienelement (10) befindet, sowie zum Übersetzen der erfassten Verstellposition in zweite Steuersignale (S2, S2-1, S2-2), und
- einen zweiten Signalausgang (14) zur Ausgabe der zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2).

10

8. Fernsteuerungsattrappe (7) nach Art einer Modellfernsteuerung mit

- mindestens zwei Bedienelementen (10), welche als Steuerknüppel ausgebildet sind und entsprechend den Verstellpositionen der Steuerknüppel einer Modellfernsteuerung zwischen mehreren Verstellpositionen innerhalb eines Verstellbereichs (V) verstellbar sind,
- mindestens einem Stellantrieb (11) je Bedienelement (10), wobei der Stellantrieb (11) ausgebildet und eingerichtet ist, das jeweilige Bedienelement (10) zwischen den Verstellpositionen zu verstellen, und
- mindestens einer Regelungseinheit (13), die ausgebildet und eingerichtet ist, den mindestens einen Stellantrieb (11) je Bedienelement (10) zu steuern und mittels des mindestens einen Stellantriebs (11) die Verstellposition des jeweiligen Bedienelements (10) bezüglich einer Soll-Verstellposition zu regeln, wobei der Verstellbereich (V) Grenzen der möglichen Soll-Verstellpositionen definiert.

15

20

25

9. System (3) für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen, mit

- mindestens einem haptischen Bediengerät (31), umfassend
 - eine Fernsteuerung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, und/oder
 - eine Fernsteuerungsattrappe (7) nach Anspruch 8, und
- mindestens einer Instanz (32) zum Bereitstellen zweiter Steuersignale (S2, S2-1, S2-2), aus denen eine Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) des mindestens einen haptischen Bediengeräts (31) ableitbar ist, wobei die zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2) von der

30

35

des mindestens einen haptischen Bediengeräts (31) übermittelbar sind.

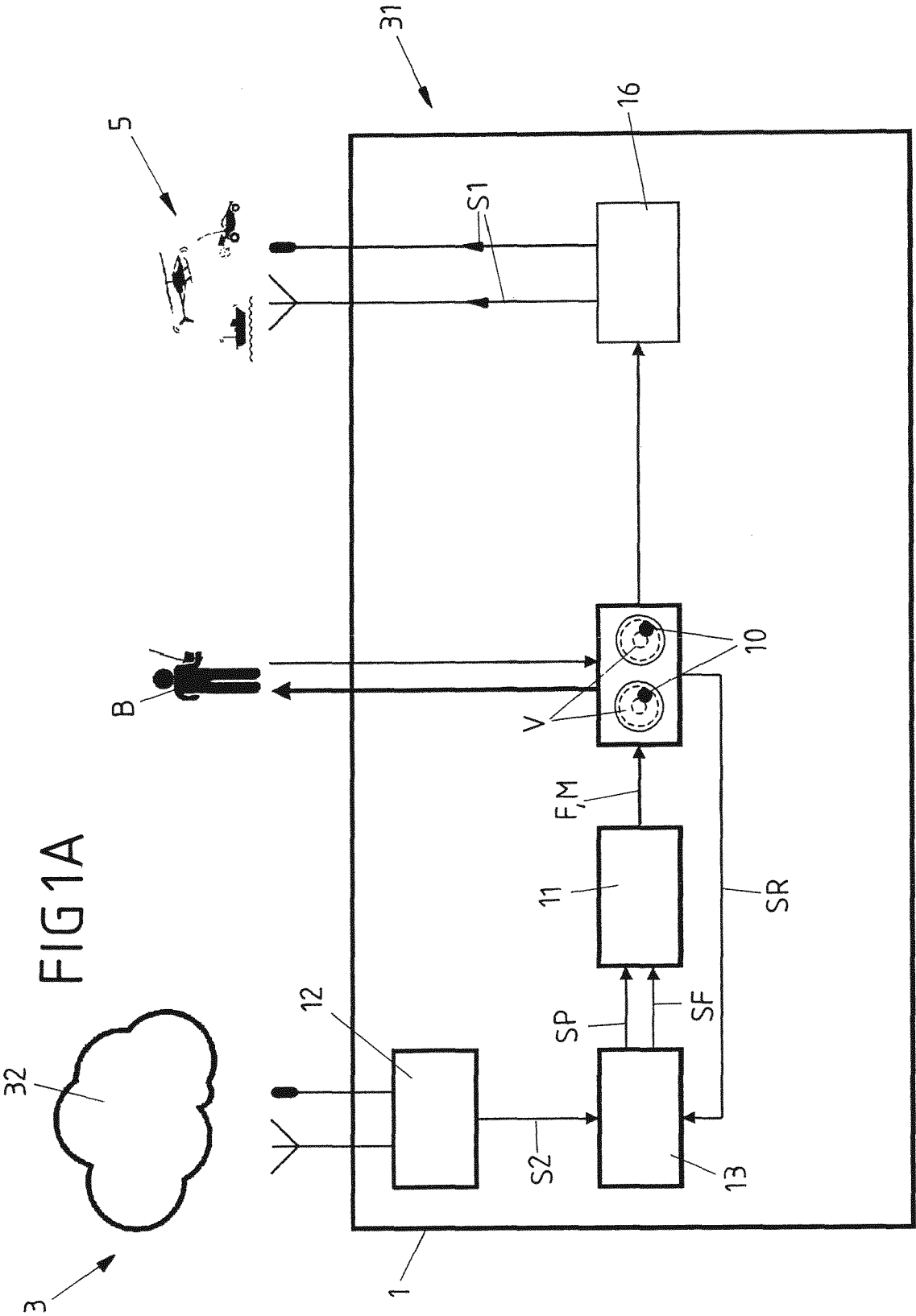
- 5 **10.** System (3) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Instanz (32) eine Fernsteuerung (1) nach Anspruch 7 umfasst.
- 10 **11.** System (3) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Instanz (32) einen Computer (320) und/oder einen Server (321), insbesondere mit einer auf dem Computer (320) und/oder dem Server (321) installierten Modellsimulationssoftware, umfasst.
- 15 **12.** System (3) nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine haptische Bediengerät (31) eine Fernsteuerung (1) für ein reales bewegliches Objekt (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst, wobei das Objekt (5) eine Telemetrieinheit (51) zum Erfassen von Messdaten aufweist, und dass die Instanz (32) die Telemetrieinheit (51) umfasst, wobei die zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2) aus den Messdaten ableitbar sind.
- 20 **13.** Verfahren für die haptische Vermittlung von Fernsteuerbewegungen, welches unter Verwendung eines Systems (3) nach einem der Ansprüche 9 bis 12 die folgenden Schritte umfasst:
- Bereitstellen der zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2) durch die mindestens eine Instanz (32), wobei die zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2) eine jeweilige Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) des mindestens einen haptischen Bediengeräts (31) betreffen;
 - Übermitteln der zweiten Steuersignale (S2, S2-1, S2-2) von der Instanz (32) an das mindestens eine haptische Bediengerät (31); und
 - Regelung der Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) des mindestens einen haptischen Bediengeräts (31) bezüglich der jeweiligen Soll-Verstellposition mittels der mindestens einen Regelungseinheit (13) und des mindestens einen Stellantriebs (11).
- 30 **14.** Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Bedienelement (10) von dem mindestens einen Stellantrieb (11) zum Verstellen der Verstellposition mit einer umso größeren Kraft (F) und/oder mit einem umso größeren Drehmoment (M) beaufschlagt wird, je weiter die Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) von der jeweiligen Soll-Verstellposition abweicht.
- 35

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Abweichung zwischen der Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) und der jeweiligen Soll-Verstellposition das mindestens eine Bedienelement (10) durch den
5 mindestens einen Stellantrieb mit einer umso größeren Kraft (F) und/oder mit einem umso größeren Drehmoment (M) beaufschlagt wird, je größer eine Kopplungsstärke für das mindestens eine Bedienelement (10) gewählt wird, wobei die Kopplungsstärke an dem mindestens einen haptischen Bediengerät (31) und/oder an der mindestens einen Instanz (32) eingestellt wird.

10 16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13-15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Fernsteuerungen (1-1, 1-2) nach Anspruch 7 verwendet werden, wobei

15 – einerseits eine erste Fernsteuerung (1-1) als eine erste Instanz (32-1) für eine zweite Fernsteuerung (1-2) als ein erstes haptisches Bediengerät (31-1) verwendet wird, wobei die Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) der zweiten Fernsteuerung einer Verstellposition eines entsprechenden Bedienelements (10) der ersten Fernsteuerung (1-1) entspricht, und

20 – andererseits die zweite Fernsteuerung (1-2) als eine zweite Instanz (32-2) für die erste Fernsteuerung (1-1) als ein zweites haptisches Bediengerät (31-2) verwendet wird, wobei die Soll-Verstellposition des mindestens einen Bedienelements (10) der ersten Fernsteuerung (1-1) einer Verstellposition eines entsprechenden Bedienelements (10) der zweiten Fernsteuerung (1-1)
25 entspricht.



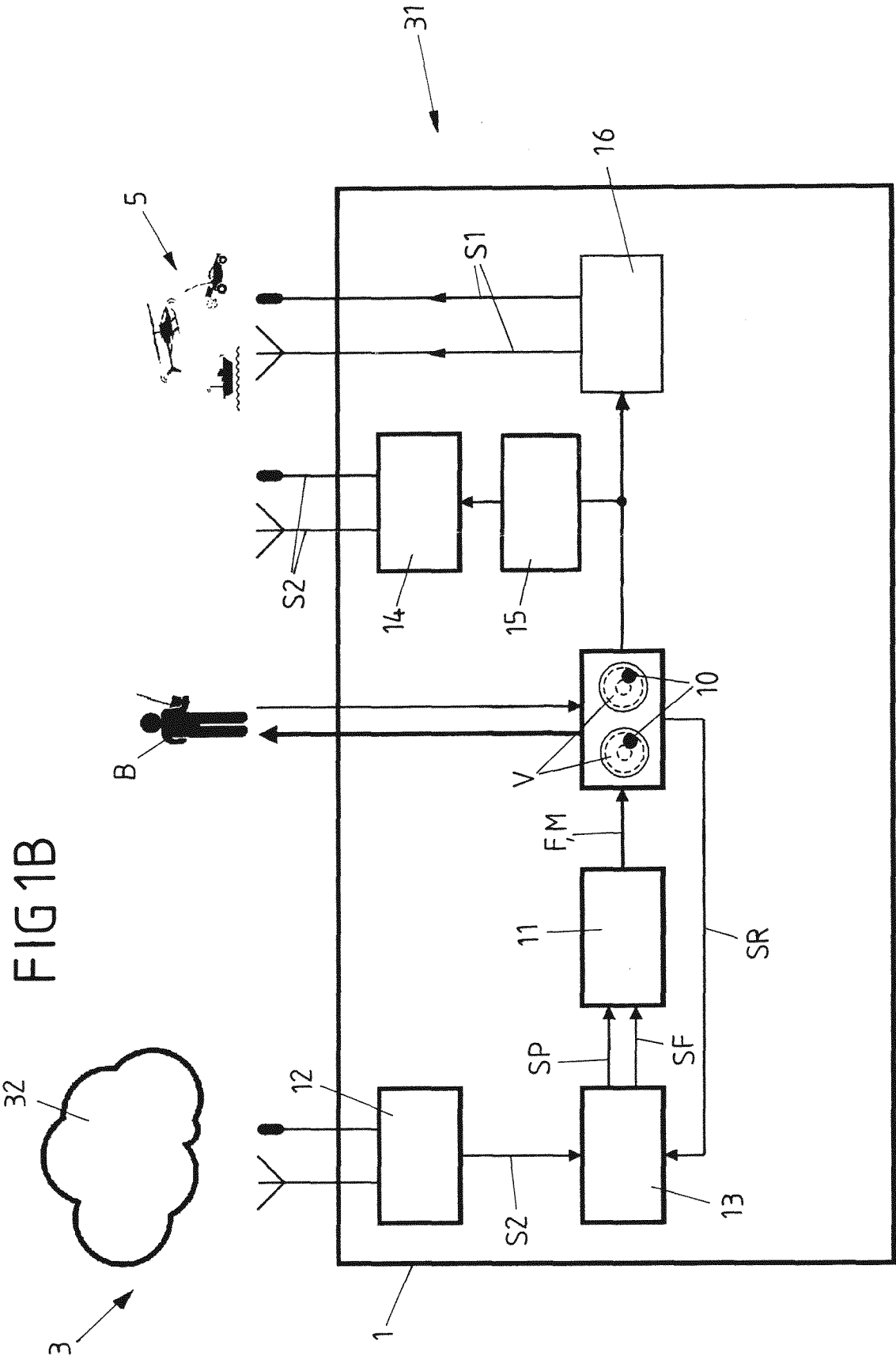


FIG 2A

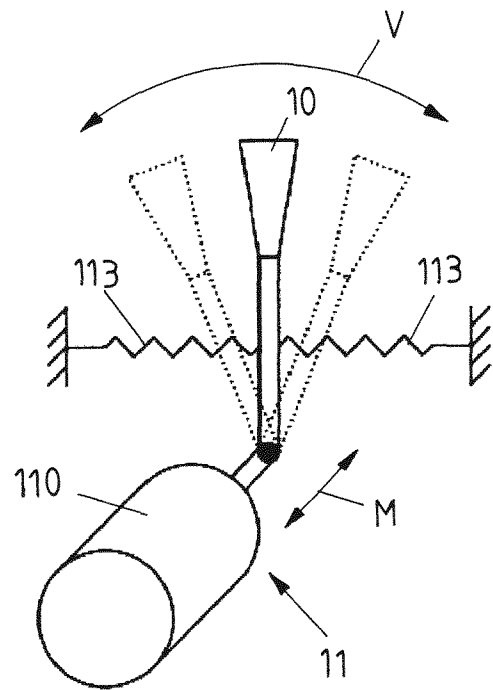


FIG 2B

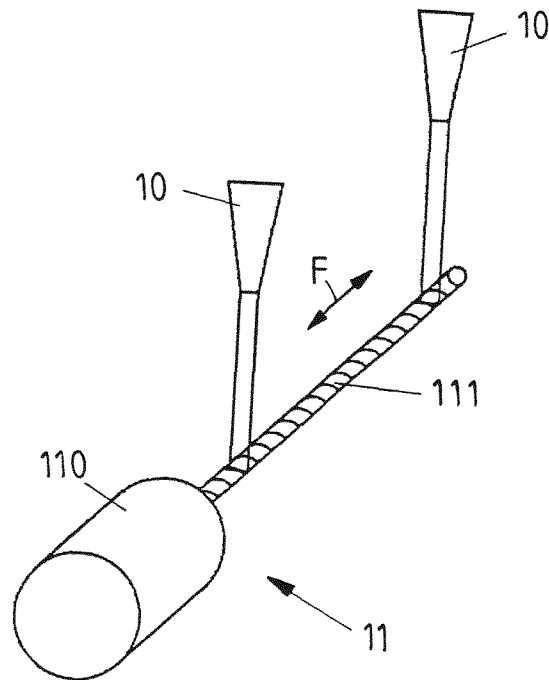


FIG 2C

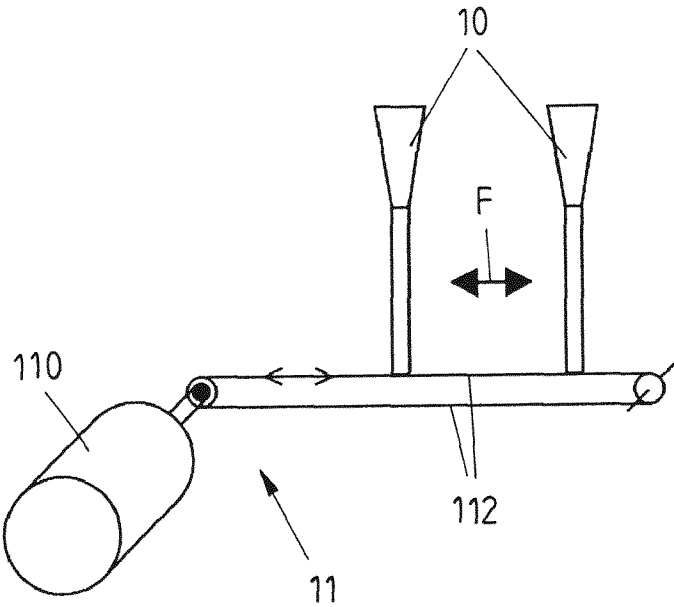


FIG 3

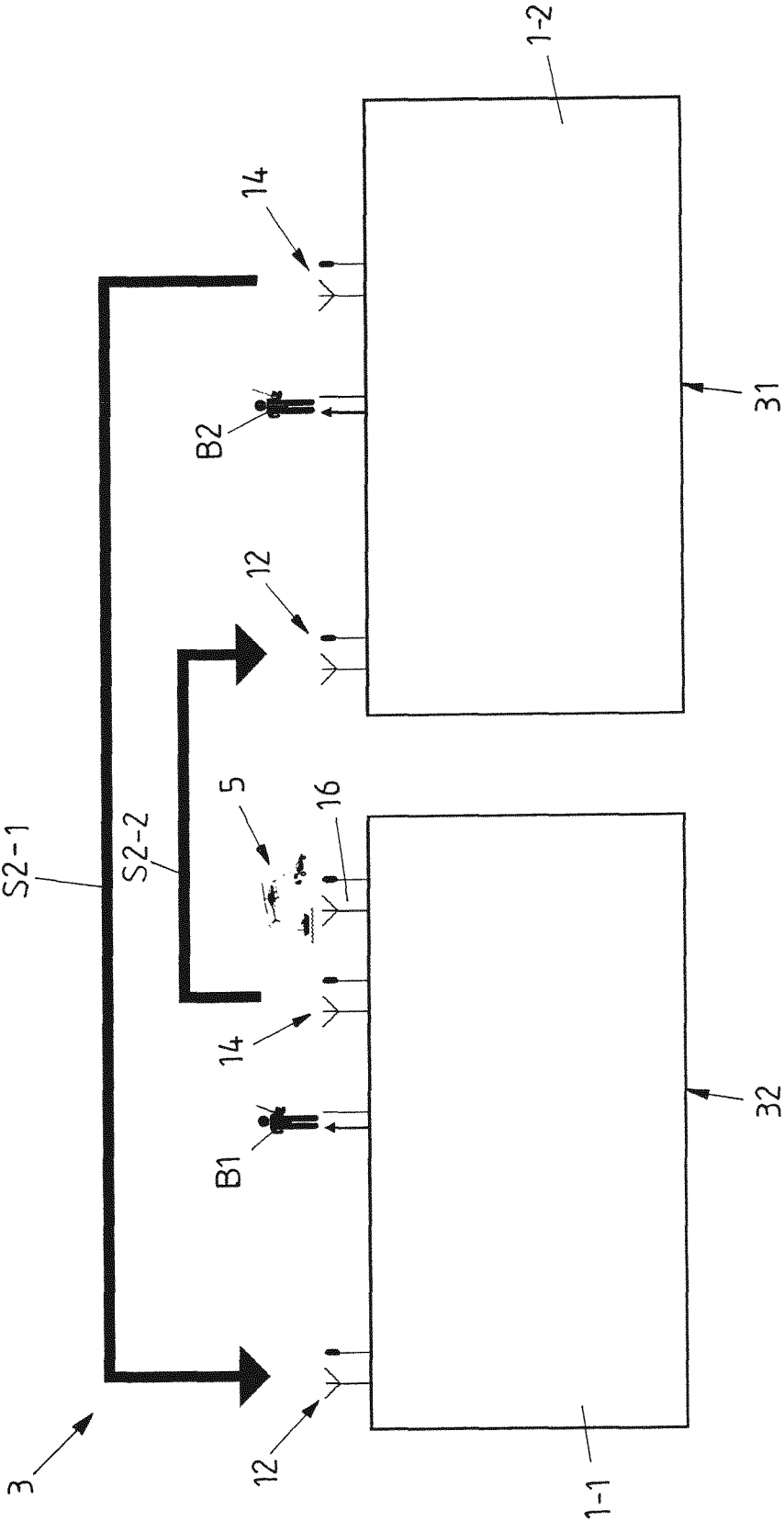


FIG 4

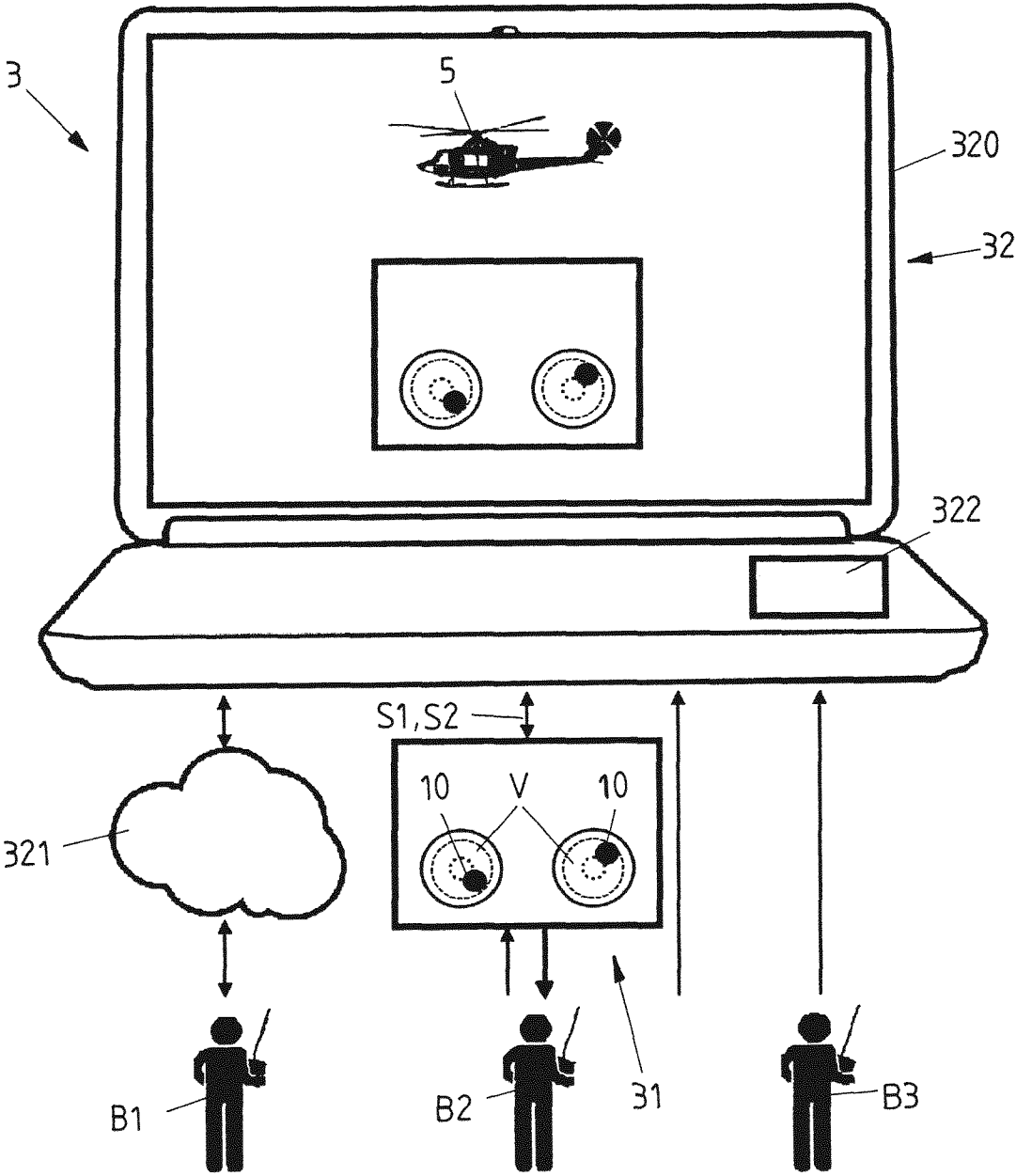


FIG 5

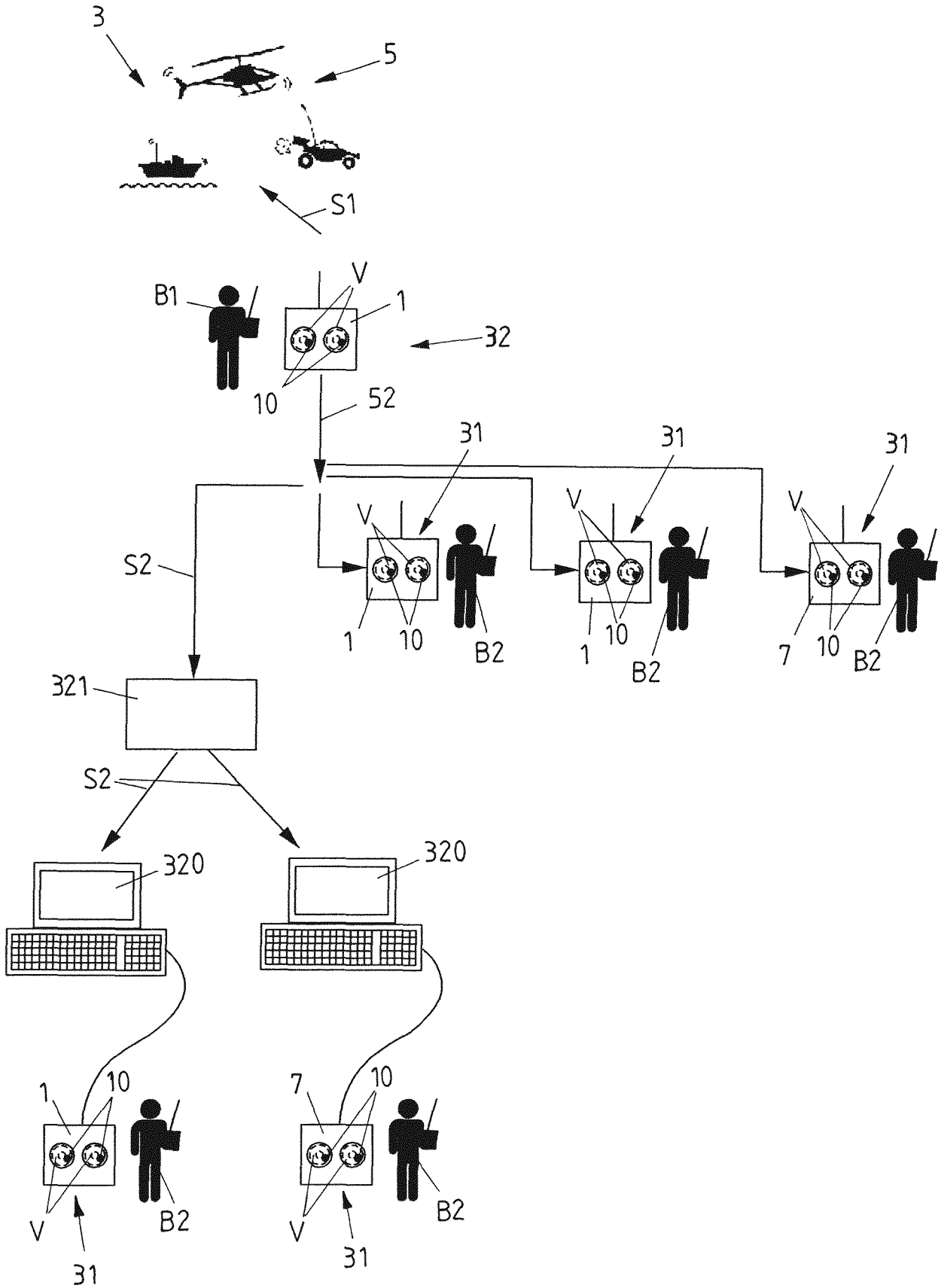
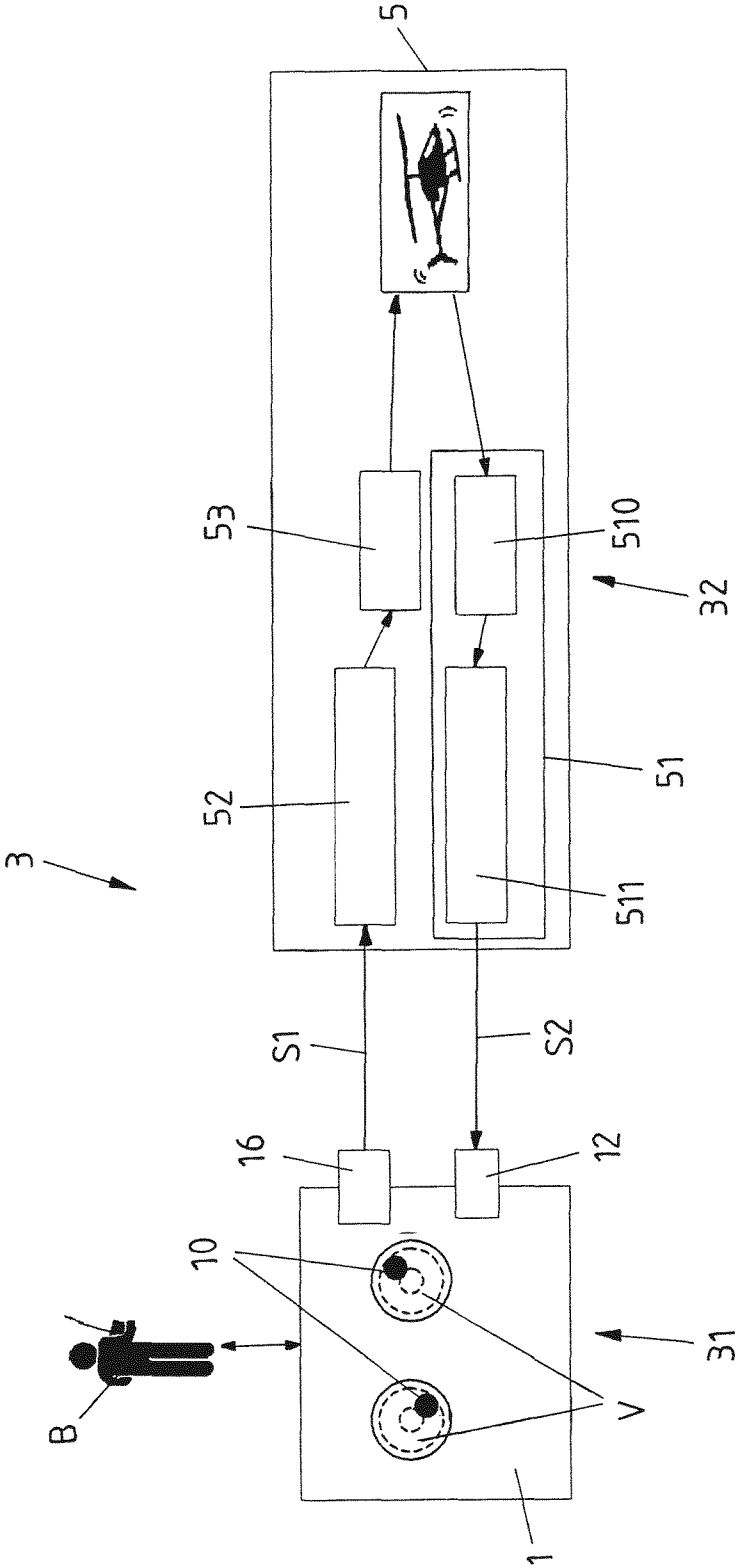


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/066722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06F3/01 G05D1/00 A63H30/04
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06F G05D A63H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 8 508 469 B1 (ROSENBERG LOUIS B [US] ET AL) 13 August 2013 (2013-08-13) column 4, line 29 - column 21, line 40; figures 1-11	1-16
X	US 2002/142701 A1 (ROSENBERG LOUIS B [US]) 3 October 2002 (2002-10-03) paragraphs [0017] - [0074]; figures 1-6	1-16
A	DE 10 2010 037820 A1 (FUTABA DENSHI KOGYO KK [JP]) 31 March 2011 (2011-03-31) paragraphs [0001] - [0182]; figure 1	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 2016

Date of mailing of the international search report

20/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Arranz, José

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/066722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 8508469	B1	13-08-2013	NONE

US 2002142701	A1	03-10-2002	AT 437684 T 15-08-2009
		CN 1527735 A	08-09-2004
		CN 101711923 A	26-05-2010
		EP 1381436 A1	21-01-2004
		JP 4441179 B2	31-03-2010
		JP 2004532066 A	21-10-2004
		JP 2010029724 A	12-02-2010
		KR 20030085080 A	01-11-2003
		US 2002142701 A1	03-10-2002
		WO 02078810 A1	10-10-2002

DE 102010037820	A1	31-03-2011	CN 102029074 A 27-04-2011
		DE 102010037820	A1 31-03-2011
		JP 5326107 B2	30-10-2013
		JP 2011072377 A	14-04-2011
		TW 201136644 A	01-11-2011
		US 2011103429 A1	05-05-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06F3/01 G05D1/00 A63H30/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06F G05D A63H		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 8 508 469 B1 (ROSENBERG LOUIS B [US] ET AL) 13. August 2013 (2013-08-13) Spalte 4, Zeile 29 - Spalte 21, Zeile 40; Abbildungen 1-11	1-16
X	US 2002/142701 A1 (ROSENBERG LOUIS B [US]) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) Absätze [0017] - [0074]; Abbildungen 1-6	1-16
A	DE 10 2010 037820 A1 (FUTABA DENSHI KOGYO KK [JP]) 31. März 2011 (2011-03-31) Absätze [0001] - [0182]; Abbildung 1	1-16
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Oktober 2016		20/10/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Arranz, José

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/066722

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 8508469	B1	13-08-2013	KEINE
US 2002142701	A1	03-10-2002	AT 437684 T 15-08-2009
		CN 1527735 A 08-09-2004	
		CN 101711923 A 26-05-2010	
		EP 1381436 A1 21-01-2004	
		JP 4441179 B2 31-03-2010	
		JP 2004532066 A 21-10-2004	
		JP 2010029724 A 12-02-2010	
		KR 20030085080 A 01-11-2003	
		US 2002142701 A1 03-10-2002	
		WO 02078810 A1 10-10-2002	
DE 102010037820	A1	31-03-2011	CN 102029074 A 27-04-2011
		DE 102010037820 A1 31-03-2011	
		JP 5326107 B2 30-10-2013	
		JP 2011072377 A 14-04-2011	
		TW 201136644 A 01-11-2011	
		US 2011103429 A1 05-05-2011	